Edgar ... n. a.

Nicht im Buchhandel.

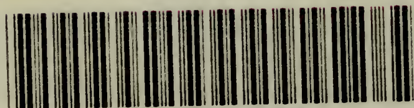
Die physiologische Skoliose und ihre Ursache.

Von

Dr. **Murk Jansen,**
Privatdozent der Orthopädie an der Reichsuniversität Leiden, Holland.

Sonderabdruck aus „Zeitschrift f. orthopädische Chirurgie". XXXIII. Bd.
1913

JANSEN



Die physiologische Skoliose und ihre Ursache[1]).

Von

Dr. **Murk Jansen,**

Privatdozent der Orthopädie an der Reichsuniversität Leiden, Holland.

Mit 32 Abbildungen.

[1]) Aus dem holländischen „De physiologische Skoliose en haar Oorzaak“. Verlag von E. J. Brill, Leiden 1912, übersetzt und umgearbeitet vom Verfasser.

Inhalt.

Seite

Erster Teil 2

Die physiologische Skoliose 2

I. Der Begriff der physiologischen Skoliose 2

II. Die Geschichte der physiologischen Skoliose 8

III. Die näheren Eigenschaften der physiologischen Skoliose 34

A. Die verschiedenen klinischen Formen der physiologischen Skoliose 34

B. Die gegenseitige Frequenz der vier klinischen Formen der physiologischen Skoliose 44

IV. Kritik zu den bestehenden Hypothesen und Theorien 50

Zweiter Teil 56

Die Ursache der physiologischen Skoliose . . . 56

I. Der asymmetrische Verlauf der Crura interna diaphragmatis . . . 56

II. Der asymmetrische Verlauf der inneren Zwerchfellschenkel, die direkte Ursache der untersten Krümmung der physiologischen Skoliose . . 64

III. Die Asymmetrie des Zwerchfells, die indirekte Ursache der beiden oberen Krümmungen der physiologischen Skoliose 75

A. Das Vorhandensein stärkerer Längsspannungen in der linken — als in der rechten — Lunge 75

B. Die beiden oberen Krümmungen der physiologischen Skoliose die Folge größerer Längsspannungen in der linken als in der rechten Lunge 78

IV. Die vier klinischen Formen der physiologischen Skoliose im Zusammenhang mit der Asymmetrie des Zwerchfells 89

V. Die übrigen Erscheinungen der physiologischen Skoliose im Zusammenhang mit der Asymmetrie des Zwerchfells 95

VI. Ontogenese der physiologischen Skoliose (und Prophylaxe) 97

VII. Phylogenese der physiologischen Skoliose. (Die linkseitige Lage des Herzens mit der Rechtshändigkeit und der physiologischen Skoliose die Folge des aufrechten menschlichen Ganges) 99



Vorwort.

Die physiologische Skoliose, d. h. die typische Schlängelung, zu der die menschliche Wirbelsäule neigt, hat bisher die Skoliosenlehre zu dem verwickeltsten Kapitel der orthopädischen Literatur gemacht. Der Zweck dieser Abhandlung ist es nun, das seit einem Vierteljahrhundert angefochtene klinische Bild derselben wieder herzustellen und zu vervollständigen, dieselbe von den übrigen Skoliosen zu trennen und das Rätsel ihrer Entstehung sowie ihrer mannigfachen Erscheinungen zu lösen. Sie findet ihre Ursache in der Asymmetrie, mit der das Zwerchfell an der Wirbelsäule angreift, welche ihrerseits auf den ~~bildenden~~ Gang des Menschen zurückzuführen ist; und die Erkenntnis ihrer phylogenetischen Entwicklung gibt einen Hinweis auf die Einschränkung ihrer ontogenetischen Entstehung.

Leiden, 19. Januar 1913.

Der Verfasser.

Erster Teil:

Die physiologische Skoliose.

I. Der Begriff der physiologischen Skoliose.

Wenn man den entblößten Rücken einer Anzahl beliebiger „normal“ gebauter Menschen betrachtet, so zeigt sich die Wirbelsäule in der Mehrzahl der Fälle nicht vollkommen gerade. Sie weist zumeist mehrere seitliche Krümmungen auf, welche gewöhnlich an der Dornfortsatzlinie selbst, aber öfter noch an Differenzen in der Wölbung des Rückens zu ihren beiden Seiten wahrnehmbar sind.

Diese Unterschiede der Wölbung sind — wie bekannt — der Ausdruck einer Torsion, welche in jedem Teil der Wirbelsäule auftreten kann; die Stelle der stärkeren Wölbung entspricht in der Regel der Konvexität der Krümmung, so daß die Stelle der geringeren Wölbung auf ihrer konkaven Seite gelegen ist. Die Wirbel führen nämlich — wie bekannt — bei der Entstehung der Krümmung außer einer seitlichen Verschiebung auch eine Drehung aus, bei der die Vorderfläche der Wirbelkörper sich durchweg (mehr als die Hinterfläche) nach der konvexen Seite hin bewegt. Die Achse dieser Drehung liegt offenbar vor den Endpunkten der Processus spinosi; denn letztere bewegen sich in einer Richtung, welche derjenigen der Vorderfläche der Körper entgegengesetzt ist, d. h. nach der Seite der Konkavität hin. Es kann mithin bei kleinen Krümmungen die Reihe der Processus spinosi oft noch kaum merklich abgebogen sein, während jedoch die Prominenz der Rückenmuskeln oder der Rippen auf einer Seite schon auf eine skoliotische Abweichung hindeutet, so daß das Auffinden kleinerer Verkrümmungen der Wirbelsäule in der Regel am schnellsten und sichersten geschieht durch das Aufsuchen der Torsionserscheinungen.

Diese Torsionserscheinungen oder Wölbungsunterschiede sind oft an zwei, drei und bisweilen mehreren (alternierenden) Stellen sichtbar und werden zumeist auch deutlicher, wenn der Rücken sich mit stark in der Medianebene gebeugtem Kopf langsam nach vorne krümmt, indem die Arme schlaff, vertikal herabhängen.

Es zeichnen sich sodann die queren Profillinien der höheren bzw. niederen Teile des Rückens ab, in denen sich symmetrische Punkte vergleichen lassen. Bezeichnet man die Stellen der vermehrten Wölbung mit einem Bleistift, so erkennt man nachher, auch in der stehenden Haltung, leichter kleine Torsionserscheinungen, welche sonst

der Aufmerksamkeit entgehen würden. — In der Regel ändern sich die Torsionserscheinungen auch bei Vorbeugehaltung nicht wesentlich.

Der Uneingeweihte würde nun erwarten, daß die Torsionserscheinungen sich in jedem Teil der Wirbelsäulenlänge ebenso oft links als rechts zeigen würden, und zwar in ihrer Mitte häufiger als in den höher und tiefer gelegenen Teilen. Mit anderen Worten, man würde a priori annehmen, daß die Wirbelsäule sich verhält wie ein vertikal gestellter Stab, der bei der Belastung sich zwar in seiner Mitte am häufigsten, aber — im allgemeinen — gleich oft nach beiden Seiten hin abbiegt. Dies ist aber nicht der Fall.

Schon bei der Untersuchung einer geringen Anzahl von Personen bemerkt man, daß ein bestimmter Typus von zumeist drei Krümmungen sich jedesmal wiederholt (siehe Fig. 1). Diese sind alle im Brustteil gelegen; die untere und die obere haben ihre Konvexität nach links, die mittlere nach rechts gerichtet. Man bemerkt also die Torsionserscheinungen dabei links vom 2. oder 3. Brustwirbel (siehe Fig. 2), rechts vom 7. oder 8. (siehe Fig. 3) und niedriger wieder links vom 12. Brust- oder 1. Lendenwirbel (siehe Fig. 4).

Bei den Wirbelsäulen, welche diesem Typus nicht entsprechen, findet man zwar auch zumeist seitliche Krümmungen (— nur ± 7 Proz. der Wirbelsäulen sind davon ganz frei —), aber das Bild dieser Krümmungen ist viel weniger konstant. Die Torsionserscheinungen zeigen viel größere Unterschiede in ihrer Lokalisation und ihrer Ausdehnung, ihre Zahl ist durchweg kleiner und ihre Kombinationen weisen eine weitaus größere Verschiedenheit auf.

Einen Ueberblick von der Frequenz, mit welcher die „normale" Wirbelsäule dieses charakteristische Bild zeigt, gibt eine Untersuchung, welche wir an 144 angehenden Matrosen anstellten. Alle waren für den Marinedienst fähig erklärt, so daß Mißgebildete ausgeschlossen waren. 79 (d. h. 54,8 Proz.) zeigten Torsionen an einer oder mehreren der typischen Stellen; 33 (d. h. 22,9 Proz.) an nicht typischen Stellen; 26 (d. h. 18 Proz.) waren zweifelhaft; 6 (d. h. 4 Proz.) schließlich waren frei von jedweder Torsion in der Vorbeugehaltung. Mehr als die Hälfte zeigte mithin Abweichungen an einem oder mehreren der drei typischen Punkte. An den symmetrischen Stellen und an allen übrigen Teilen der Wirbelsäule zusammen begegneten wir weniger Torsionserscheinungen als an den drei typischen alternierenden Stellen allein. — Ein vielleicht ge-

naueres Bild von der Frequenz der typischen Krümmungen gibt eine anatomische Untersuchung von Péré [1]) in Toulouse, welcher über seine Befunde an 100 Anatomieleichen von großenteils bejahrten Menschen berichtet: 79 (d. h. 79 Proz.) zeigten eine einzige oder mehrere der

Fig. 1.

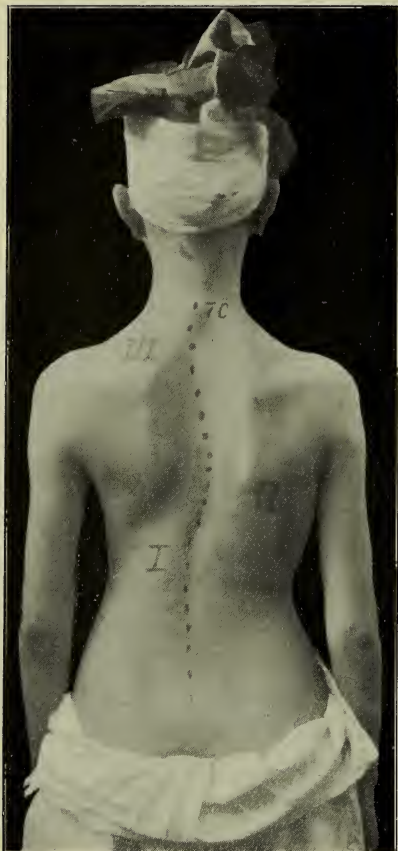


Fig. 2.



Fig. 1—4. Typus der physiologischen Skoliose
I (= a) = die linkskonvexe Lumbodorsalkrümmung,
II (= b) = die rechtskonvexe Dorsalkrümmung,
III (= c) = die linkskonvexe Dorsocervikalkrümmung,

typischen seitlichen Abbiegungen; 41 Proz. zeigten alle drei Krümmungen. — Aber auch ein jeder kann in seiner unmittelbaren Umgebung an der hohen Frequenz, mit der sich die rechte Schulter-

[1]) Péré, Les courbures latérales normales du rachis humain. Thèse de Toulouse 1900, S. 39 und 40.

blattspitze stärker unter der Kleidung hervorwölbt als die linke, diese typische Neigung der normalen Wirbelsäule erkennen, und beobachten, daß dabei die rechte Schulter in der Regel höher steht als die linke [1]).

Dieselben Erscheinungen aber wie die „normale" Wirbelsäule zeigt auch die anormale. Mehr als die Hälfte von 1808 Verkrümmungen, welche Schultheß an 1138 Skoliosenpatienten beobachtete, zeigten ihre Abbiegung an den typischen Stellen in den typischen Richtungen (siehe Fig. 1). Die drei Krümmungen zusammen kamen bei 348 Patienten, d. h. in 30 Proz. der Fälle vor, während das Spiegelbild dieses Krümmungskomplexes zu den Seltenheiten gehörte.

Wie charakteristisch diese Erscheinung ist und wie sehr sie an den Brustteil gebunden erscheint, geht aus einem Vergleiche mit anderen

Fig. 3.



Fig. 4.



in vier verschiedenen Haltungen.
deren Scheitelpunkt in XIID oder IL liegt.
deren Scheitelpunkt in VII oder VIIID liegt.
deren Scheitelpunkt in II oder IIID liegt.

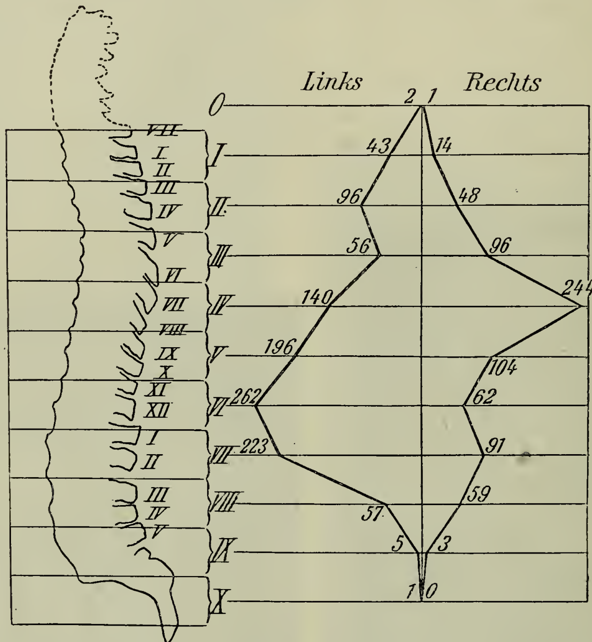
Krümmungen bei Schultheß' Patienten, z. B. den im Lendenteil gelagerten hervor. Letztere kommen gleich oft nach links wie nach rechts gerichtet vor (vgl. Fig. 6) und sind überdies nur in der Hälfte der Fälle von einer zweiten Krümmung begleitet, welche dazu noch in

[1]) Diese Erscheinung zeigt sich nicht bei der Patientin in Fig. 1.

wechselnder Höhe gelagert ist. — Und alle Skoliosenstatistiken zeigen ohne Unterschied ein Ueberwiegen derselben typischen Krümmungen über jede andere Skoliosenform.

Die anormalen Wirbelsäulen zeigen somit genau wie die „normalen" eine Neigung zur Abbiegung des unteren und oberen Brustteils nach der linken, des mittleren Brustteils nach der rechten Seite. Diese Neigung

Fig. 5.



Graphische Statistik, welche die Stelle und die Richtung von 1808 Krümmungen bei 1137 Patienten angibt. (Nach Schultheß.)

Der obere Brustteil der Wirbelsäule biegt ungefähr zweimal öfter nach links als nach rechts. Der mittlere Brustteil dagegen zeigt eine deutliche Vorliebe zur Abbiegung nach der rechten Seite hin. Der untere Brustteil biegt wieder viel öfter (ungefähr viermal) nach links als nach rechts ab.

nennen wir eine physiologische. Wir laden dadurch die Verpflichtung auf uns, physiologische Kräfte nachzuweisen, welche für diese Neigung sowie für alle ihre Folgezustände verantwortlich gemacht werden können.

Im nächsten Kapitel wird der mühevolle Weg skizziert werden, auf welchem in ungefähr zwei Jahrhunderten die Kenntnis der obigen einfachen Tatsachen — und noch nicht einmal vollständig — erreicht wurde, sowie die Abschweifungen von demselben in den letzten 25 Jahren.

Später wollen wir ermitteln, in welchen verschiedenen klinischen Formen der Skoliose sich diese typische Neigung der Wirbelsäule offenbart, bzw. unter welchen verschiedenen klinischen Formen sich die physiologische Skoliose zeigt. Wir müssen aber betonen, daß von denjenigen Krümmungen, welche öfter nach der einen als nach der anderen Seite hin beobachtet werden, nur die Stelle ihres Scheitelpunktes in der Wirbelsäule und die Richtung ihrer Abbiegung — nicht die Intensität der Verkrümmung — durch die physiologischen Kräfte bestimmt werden. Wir wollen deshalb diese typischen Krümmungen, sowohl der „normalen" als auch der anormalen Wirbelsäulen, mit dem Namen der „physiologischen Skoliose" bezeichnen und dabei absehen von ihrer Größe, von ihrer Intensität, weil diese Momente weniger abhängig sind von der Größe dieser Kräfte als von dem Widerstand, den sie in den Geweben finden. Im allgemeinen ist die Intensität der Formstörung umgekehrt proportional der Festigkeit der Gewebe: die gleichen Kräfte, welche in normalen Geweben eine kleine Formstörung veranlassen, werden eine schwere Mißbildung einleiten, wenn die normale Konsistenz der Stützgewebe verringert wird. Nicht der Zustand der Gewebe, nicht die Bedingungen, denen zufolge eine Abbiegung groß werden oder klein bleiben wird, nicht der Unterschied in der Intensität der Abbiegung zwischen den physiologischen Krümmungen der normalen und der anormalen Wirbelsäule bildet den Gegenstand dieser Abhandlung, sondern die Uebereinstimmung, welche die beiden Arten aufweisen in der Neigung dreier bestimmter Punkte zur Bildung des Scheitels je einer typisch gerichteten Krümmung. — Kurz, der Parallelismus zwischen der „normalen" und der anormalen menschlichen Wirbelsäule in der Lokalisation und der Richtung der typischen „physiologischen" Krümmungen ihres dorsalen Teiles bildet den Gegenstand der nachstehenden Abhandlung.

Es ist mitunter gegen den Namen „physiologische Skoliose" der Einwand erhoben worden, das Wort „physiologisch" entspreche einem normalen Begriff, während „Skoliose" einen krankhaften Zustand bezeichne. Obgleich letzteres einstweilen unentschieden bleiben mag, muß gegen ersteres angeführt werden, daß die Physiologie sich gleichviel auf pathologische als auf normale

Prozesse erstreckt. Der Bedeutung nach ist der Name somit einwandsfrei.

Später werden wir in der eigentlichen Ursache der „physiologischen“ Skoliose einen Hinweis finden für einen Namen, der ihrem Wesen genauer entspricht.

II. Die Geschichte der physiologischen Skoliose.

Obgleich schon Hippokrates [1]) in seiner Lehre der Gelenke die Skoliose bespricht und offenbar auch Ovid [2]) die kleinen Asymmetrien in der Höhe oder „Dicke“ der Schultern gekannt hat, welche mit kleinen Kissen, „analectrides“, ausgeglichen werden können, so finden wir nirgends die Anzeichen dafür, daß den Alten schon aufgefallen sei, daß die eine Schulter öfter als die andere solch eine Ausfüllung braucht.

Der erste, der dieses erwähnt, ist Severinus Pinaeus, der 1641 behauptet, es gäbe unter 50 Menschen kaum 2, bei denen nicht die rechte Schulter dicker ist als die linke [3]).

Einer Vorliebe der Wirbelsäule zum Ausweichen in einer bestimmten Richtung tut zuerst der englische Anatom Cheselden [4]) Erwähnung, der 1741 bei der Beschreibung der Wirbelsäule sagt: „Der 3. und der 4. Brustwirbel sind an der Vorderseite spitzig, damit sie den Gefäßen des Herzens und der Lungen genügenden Raum gewähren, und sie sind nach rechts verlagert zur besseren Lagerung des Herzens.“ Also wurde mit einem einzigen Federstrich der erste Umriß gezeichnet von dem Bilde der physiologischen Skoliose, dessen Vervollständigung fast zwei Jahrhunderte brauchen und nach deren Ursache diese ganze Zeit hindurch von einer Reihe hervorragender Männer mit rastlosem Eifer gefahndet werden sollte.

Sabatier [5]) schreibt 36 Jahre später in seiner Anatomie, daß der ganze Dorsalteil der Wirbelsäule — obgleich nicht immer —

---

[1]) Vgl. M. Bouvier, Courbures latérales du rachis. Gazette des hôpitaux 1857, S. 561.

[2]) Ovidius, Ars amandi, cantus III: Conveniunt tenues scapulis analectrides altis.

[3]) Vgl. Schultheß, Joachimsthals Handbuch, S. 799.

[4]) Cheselden, The Anatomy of the human body, 1741, S. 24.

[5]) M. Sabatier, Traité complet d'anatomie, S. 124. — Ders., Mémoire sur la situation respective des gros vaisseaux, du cœur et des poumons, 1777, T. IV, S. 386. — Vgl. auch Péré, l. c.

nach rechts abgebogen ist. Er bringt die Krümmung mit der Anwesenheit der Aorta in Verbindung, welche sich der Wirbelsäule gerade an dieser Stelle nähert.

Der Anatom Bichat[1], der gleichfalls die rechtskonvexe Dorsalskoliose als Regel erachtet, kann keiner der beiden Hypothesen seiner Vorgänger beistimmen. „Wie kommt es, daß, indem die Ursache ständig vorhanden ist, der Effekt sich nicht immer vorfindet?" Die am meisten auf der Hand liegende Hypothese, diejenige einer Asymmetrie in dem anatomischen Baue des menschlichen Körpers, wird als unrichtig verworfen und durch die einer Asymmetrie seiner Funktion ersetzt: „Die Ursache," so fährt Bichat fort, „liegt vielmehr in der Rechtshändigkeit; mit dem rechten Arm werden die meisten und die kräftigsten Bewegungen ausgeführt; der Rumpf muß dabei nach links hinüber gebogen werden; und die frequente Wiederholung dieser seitlichen Abbiegung macht schließlich die seitliche Krümmung zur bleibenden." Die Möglichkeit, daß bei dieser Erklärung Ursache und Folge verwechselt werden könnten, erwähnt Bichat nicht. Er endet aber vorsichtig: „Ich verfüge nicht über ein hinlängliches Material, um feststellen zu können, daß die Linkshändigen in der Regel eine linkskonvexe Dorsalkrümmung aufweisen — was notwendig wäre, um meine Behauptung über jeden Zweifel zu erheben."

Indem also über das Bestehen einer normalen rechtskonvexen Dorsalskoliose Einigkeit herrschte — über ihr Entstehen entflammte ein Streit zwischen den Anhängern der Aorta- und denjenigen der Rechtshändigkeitshypothese, welcher etwa ein Jahrhundert, d. h. bis auf den heutigen Tag angehalten hat und welcher in dieser Abhandlung entschieden werden mag.

Béclard[2] veröffentlichte nunmehr Fälle von Linkshändigen mit linkskonvexer Dorsalkrümmung und anderseits von Transposition der Aorta ohne Transposition der Dorsalkrümmung, wodurch die Hypothese der Rechtshändigkeit „über jeden Zweifel erhaben" und diejenige der Aorta ein überwundener Standpunkt schien.

Es dauerte aber nicht lange, bis Fälle bekannt wurden, bei denen ein Situs inversus viscerum von einer Inversion der dorsalen Krümmung begleitet war (Grisolle, Pétrequin)[3]. Es wurden

---

[1] Bichat, Traité d'anatomie descriptive 1819, S. 123.

[2] Béclard, Bulletin Fac. de méd. 1813, T. III, S. 434.

[3] Vgl. Péré, l. c., S. 8 ff.

nun diese Tatsachen wieder als beweisend betrachtet und die schwankenden Geister sammelten sich aufs neue um die Hypothese von Cheselden und Sabatier. Die Spuren dieser Schwankungen finden sich in den nach einander folgenden Auflagen der Anatomie Cruveilhiers: in der ersten wird die Aortahypothese gelehrt; in der zweiten haben die Tatsachen und Argumente Béclards dieselbe verdrängt und wird Bichats Hypothese der Rechtshändigkeit als die am meisten logische dargestellt; in der dritten schließlich lebt die alte Aortahypothese wieder auf, verjüngt durch die Bemerkungen Grisolles, Pétrequins und Cruveilhiers selbst. Es wird in derselben die rechtseitige Dorsalskoliose als „die physiologische Folge der Anwesenheit des Herzens und der Aorta“ bezeichnet[1]).

Offenbar wurde die Tatsache übersehen, daß auf jede Wirbelsäule außer inneren physiologischen Kräften auch zufällige äußere Kräfte einwirken, welche in jedem Einzelfall die ersteren übertroffen haben mögen, und daß mithin nie ein einzelner Fall den Beweis für diese oder jene Auffassung geben kann. Nur die Statistik über eine große Zahl von Fällen, in der die zufälligen Einflüsse sich neutralisieren, sich gleichsam gegenseitig austauschen, konnte den Beweis abgeben, den man aus den Einzelfällen erhob. Und die Tatsache, daß Péré — viel später — unter 200 Fällen von Situs inversus viscerum aus der Literatur 25 Fälle von Situs inversus mit linkskonvexer, gegen etwa 20 mit rechtskonvexer Dorsalkrümmung auffindet, spricht dafür, daß die Inversio splanchnica öfter von einer linkskonvexen Dorsalkrümmung begleitet ist als der normale Situs viscerum, daß somit die Vorliebe des Dorsalteils der Wirbelsäule zur Abbiegung nach der rechten Seite hin in gewissem Zusammenhang mit der Lagerung der Organe steht. Wie dieser Zusammenhang ist, lehrt auch diese Statistik nicht, möge aber aus der vorliegenden Abhandlung hervorgehen.

Weder die Anhänger der Aortahypothese noch diejenigen der Rechtshändigkeit waren also imstande, das endgültige Beweismaterial für die eine oder gegen die andere zu erbringen. Und es schien sich allmählich der Gedanke zu erheben, daß beide Parteien auf dem Irrweg sein könnten.

Neue Hypothesen und Theorien wurden aufgestellt, verschiedene

[1]) Vgl. Pétrequin, Traité d'anatomie topographique médico-chirurgicale, 2. éd. 1857, S. 37.

Asymmetrien im menschlichen Körper wurden nacheinander hervorgehoben: Asymmetrien in der Entwicklung und im Baue, sowie in dem Wachstum und der Funktion — welche alle in den verschiedenartigsten Weisen für die physiologische Skoliose verantwortlich gemacht wurden. Diese hatten aber alle nur eine vorübergehende Bedeutung und immer wieder — auch in der allerletzten Zeit — kehrte man zu den beiden Ausgangshypothesen von Cheselden-Sabatier und Bichat-Béclard zurück.

Mittlerweile hatte sich das Interesse für die Frage von dem Anatomiesaal auf die Klinik ausgebreitet. Hier bemerkte man, daß „in der übergroßen Mehrzahl der Fälle — so groß, daß die Ausnahmen auf die Regel nur seltene sind“ (Shaw) [1]) — sich zwei Krümmungen in der Wirbelsäule vorfinden, nämlich eine linkskonvexe „Lenden“krümmung und eine rechtskonvexe Dorsalkrümmung. Der Begriff der physiologischen Skoliose erfuhr mithin eine Erweiterung: gerade so oft, als der Anatom die rechtskonvexe Dorsalkrümmung vorfand, sah nunmehr der Kliniker unterhalb derselben überdies eine entgegengesetzt gerichtete „Lumbal“krümmung. Diese erweiterten Beobachtungen wurden von Erweiterungen der Theorien befolgt: Shaw [1]), der bei „9 von 10“ seiner Patienten den beiden Krümmungen begegnete, suchte die Erklärung in der großen Frequenz, mit der das rechte Bein (beim Stehen) als Standbein verwendet werden sollte. Es werde dadurch der Lendenteil der Wirbelsäule konvex nach der Seite der niedriggestellten Beckenhälfte, d. h. des nach vorne gestellten Beines; und diese Seitenbiegung führe zur (bleibenden) Lumbalskoliose. Sitzt der Patient mit dieser Lumbalskoliose oder geht er, so könne die Lendengegend sich nicht mehr gerade strecken und es werde der obere Teil der Wirbelsäule über die Schwerlinie hinüber nach der entgegengesetzten Seite hingebogen: so entstehe eine sekundäre, kompensatorische oder Gegenkrümmung, auch „Gleichgewichtskrümmung“ oder „courbure de balancement“ genannt. — Indessen, Shaw bemerkt zu Recht, daß für die Richtigkeit seiner Auffassung der Beweis erforderlich sei, daß in der Tat das linke Bein in entsprechendem Maße weniger als Standbein benutzt wird als das rechte! — Gerade der Grund für die Hypothese wurde — und ist bis jetzt — nicht erbracht; und aus dem nachfolgenden wird überdies hervorgehen, daß dieser Begriff der „kompensatorischen“

[1]) A system of surgery by T. Holmes: A. Shaw, Lateral curvature of the spine, S. 859.

oder „Gleichgewichtskrümmungen“ hier sowie späterhin in der Skoliosenlehre in zu reichlichem Maße zur Erklärung skoliotischer Krümmungen verwendet worden ist.

Auch Bouvier erachtet nach Shaw die beiden von letzterem beschriebenen Krümmungen als die Regel: „Es seien diese die courbures „régulières“, „habituelles“ [1]). Die übrigen Skoliosenformen seien die pathologischen — die „courbures anomales“, „accidentelles“, welche eine normale Krümmung in entgegengesetzter Richtung verbiegen [2]). Es können sich weiterhin, nach Bouvier, die „courbures régulières“ oder „habituelles“ vergrößern und pathologisch werden. Bouvier hat demnach zuerst die charakteristische Neigung zur Seitwärtsbiegung sowohl in der gesunden wie in der kranken Wirbelsäule erkannt. Ueberzeugt wie er ist von dem physiologischen Ursprung dieser Neigung, ist er auf die Aortatheorie angewiesen, die er — im Gegensatz zu derjenigen der Rechtshändigkeit — eifrig vertritt. Für ihn ist also die obere Krümmung die primäre, die untere die sekundäre. Er räumt aber ein, daß letztere überwiegen kann, indem die Dorsalkrümmung wenig entwickelt bleibt.

Auch Delpech [3]), der Vater der Tenotomie, spricht — gleich wie Shaw und Bouvier — von denselben zwei physiologischen Krümmungen. Daß der vorwiegende Gebrauch des rechten Beines als Stützbein die Ursache wäre, scheint ihm aber unhaltbar. Er meint, daß in einer überwiegenden Länge des rechten Beines — als Teilerscheinung einer überwiegenden Entwicklung der ganzen rechten Körperhälfte — die Ursache gelegen sei. — Seitdem angestellte Messungen haben aber die Unhaltbarkeit der Delpechschen Auffassung dargetan.

Weniger glücklich als diejenige seiner Vorläufer ist schon beim ersten Anblick die Ansicht Serres' [4]), späterhin gestützt von Malgaigne [5]) — über das Wesen und die Ursache der physiologischen Skoliose. Diese scheint aus der Delpechschen Hypothese hervorgegangen zu sein: „Die linke Körperhälfte ist weniger entwickelt als

---

[1]) M. Bouvier, Gazette des hôpitaux 1837, Nr. 132, S. 526. — Vgl. auch Bouvier, Leçons cliniques 1858, S. 381 und Dictionnaire Dechambre, art. „rachis“, S. 521.

[2]) Péré, l. c., p. 47.

[3]) Delpech, L'orthomorphie, 1828, T. I, S. 149. — Vgl. Péré, l. c., S. 59.

[4]) Serres, Recherches d'anatomie transcendante. Paris 1832, S. 166.

[5]) Malgaigne, Traité d'anatomie chirurgicale, 1838, T. I, S. 5.

die rechte" [1]) und „der geringste Unterschied in der Entwicklung zwischen den beiden Hälften je eines der 24 Knochen, aus denen ein gegliederter Stab zusammengesetzt ist, muß sich kundgeben in einer leichten Konkavität auf der Seite, welche am geringsten entwickelt ist" [2]). — Als ob es sich hier um die Erklärung einer rechtskonvexen Totalskoliose handelte!

Desruelles [3]), Struthers [4]) und Meyer [5]) erwähnen alle später noch eine einzige Dorsalkrümmung, welche sie dem ungleichen Gewichte der Organe in den beiden Körperhälften zuschreiben. Die normalen antero-posterioren Krümmungen sollen durch Aequilibrierung in sagittaler Richtung entstehen und in gleicher Weise soll die rechtskonvexe Dorsalkrümmung sich durch das Gleichgewichtsbedürfnis in seitlicher Richtung entwickeln: Das große Gewicht der rechts liegenden Leber soll nämlich eine äquilibrierende schiefe Haltung des oberen Rumpfteiles sowie des Kopfes nach der linken Seite hin erfordern [6]) und somit die rechtskonvexe Dorsalskoliose veranlassen.

Von demselben Prinzip ausgehend und umfassender — obgleich weniger bekannt — ist die Theorie Bührings [7]). Dieser findet zwei physiologische Krümmungen: die linkskonvexe „lumbale" und die rechtskonvexe „dorsale". Erstere nennt er die „Leberkrümmung", letztere die „Herzkrümmung". Dazu hat Bühring zuerst die Torsionserscheinungen der dritten physiologischen Krümmung wahrgenommen: „obgleich im ‚lumbalen' Teil links von der Wirbelsäule eine stärkere Wölbung vorliegt," bemerkt er, „als im Dorsalteil rechts, so finden wir auch im Cervikalteil links von der Wirbelsäule mehr Wölbung als rechts" [8]). — Schreibt er zwar, noch nicht vollkommen bekannt mit der Anatomie der Skoliose, diese Torsionserscheinungen einer Verdickung der Muskeln auf der Konvexität der Krümmungen zu, so hatte dennoch der Begriff der

[1]) Serres, Recherches d'anatomie transcendante. Paris 1832, S. 166.

[2]) Malgaigne, Traité d'anatomie chirurgicale, 1838, T. I, S. 5.

[3]) Desruelles, Note sur l'incurvation à (concavité) gauche de la région dorsale de la colonne épinière. Gazette des hôpitaux. 23. Dez. 1841, S. 624.

[4]) Struthers, On the relative weight of the viscera on the two sides of the body. Edinb. med. journal, Juni 1863.

[5]) Meyer, Die Mechanik der Skoliose. Virchows Archiv 1866, Bd. 35, S. 252.

[6]) Meyer, Virchows Archiv 1866, Bd. 35, S. 252.

[7]) J. Bühring, Die seitliche Rückgratkrümmung. Caspers Wochenschr. 1849, S. 753.

[8]) J. Bühring, l. c., S. 750.

physiologischen Skoliose durch diese Beobachtung eine Erweiterung erfahren. Ein asymmetrisch gelegenes schweres Organ in der rechten Lungenspitze zur Erklärung der dritten Krümmung blieb ihm jedoch nicht übrig.

Ungefähr zu der Zeit, in welcher diese Aequilibrierungshypothesen entstanden, erlosch in Frankreich das Interesse für das Problem der physiologischen Skoliose oder — vielleicht auch — gab man es als unlöslich auf. Nach 1841, als Desruelles seine Gleichgewichtshypothese aufstellte, wird allerdings die französische Presse unfruchtbar in bezug auf dieselbe, und wir sehen fast ausschließlich noch von deutscher Seite neue Hypothesen auftauchen. Die drei vornehmsten sind diejenigen von Stromeyer (1836), Werner (1869) und Hueter (1898), welche als Rippentheorien zusammengefaßt werden können, indem sie sich sämtlich stützen auf der Voraussetzung, daß primäre Asymmetrien in den Rippen die Ursache der Seitenbiegung und Torsion der Wirbelsäule sein könnten. Begreiflicherweise haben sie alle nur eine einzige — die (rechtskonvexe) dorsale — Krümmung zum Ausgangspunkt, oder vielmehr zum Zweck ihrer Beweisführung.

Stromeyer[1]) konstatierte, daß nach Keuchhustenepidemien Skoliosenepidemien auftraten. Er schrieb dieses einer Lähmung der unwillkürlichen Innervation der Mm. pectorales majores und der Serrati antici zu. Charles Bell hatte nämlich dargetan, daß diese Muskeln, außer zerebralen Bündeln für die willkürliche Innervation, auch spinale Bündel für die unwillkürlichen Bewegungen der Respiration erhalten. Das Ueberwiegen der Bewegungen im rechten Arm sollte nun — nach der Lähmung — „belebend“ auf diese beiden Muskeln der rechten Extremität wirken, indem links die Lähmung der unwillkürlichen Bewegungen erhalten bleiben sollte. In der Weise sollten die Rippen rechts kräftiger und ausgiebiger gehoben werden als links, und die Wirbelsäule sollte durch die rechtseitigen Rippen nach rechts konvex gebogen und zu gleicher Zeit torquiert werden.

Werner[2]) meinte, dies alles könne auch ohne Keuchhusten und Paralyse geschehen, und nahm einfach ein primäres Ueberwiegen des rechten Serratus anticus an, gleichfalls also in Verbin-

[1]) Stromeyer, Ueber Paralyse der Inspirationsmuskeln, 1836.

[2]) Werner, Zur Aetiologie der seitlichen Rückgratskrümmung bei jungen Mädchen. Wiener med. Wochenschr. 1869, Nr. 79.

dung mit der Rechtshändigkeit, wodurch dasselbe, was Stromeyer sich vorstellte, bewirkt werden sollte.

Heath [1]) fragt: „Why should the dorsal curve be almost invariably to the right and the lumbar to the left?“ — Er antwortet in ziemlich genauer Uebereinstimmung mit Werner: Weil der rechte Arm schwerer und der rechte Serratus kräftiger ist.

„Wir sehen,“ sagt Albert [2]) in bezug auf Stromeyers und Werners Darlegungen in seinem Lehrbuch der Chirurgie, „daß bei dieser Hypothese so manches klappen würde, wenn es nur erwiesen wäre:

1. daß der Serratus dexter wirklich stärker wirkt als der linke;
2. daß er imstande ist, mittels seiner Wirkung auf die Rippen Skoliose zu erzeugen.“

Eine ähnliche Aussage trifft auch zu für die Huetersche Theorie [3]): Die Rippen wachsen bei Kindern erst in der sagittalen Richtung, nachher in der frontalen. Es entstehe nun die physiologische Skoliose dadurch, daß die rechtseitigen Rippen etwas länger in der sagittalen Richtung wachsen als die linkseitigen. Es werden sodann die Querfortsätze der rechten Seite nach hinten gedrückt, wodurch die Wirbel sich mit der Vorderfläche nach rechts drehen und sich nunmehr in ihrem Ganzen nach der rechten Seite hin verlagern sollen. Zuerst also eine Torsion, danach eine Seitenbiegung der Wirbelsäule. — Hueters Theorie ist ein Kuriosum — obgleich keine Seltenheit — auf dem Gebiete der physikalischen Unrichtigkeit in der orthopädischen Literatur. Wer bedenkt, wie viel Arbeit es erfordert, um Irrtümer auszurotten, wird zustimmen, daß derjenige sich schuldig macht, welcher undurchdachte Beiträge zur Literatur liefert. Dornblüth [4]) gebührt das Verdienst, die Unhaltbarkeit der Hueterschen Behauptung endgültig dargetan zu haben. Er führt u. a. gegen dieselbe an: „Es müssen Rippen, welche nach rückwärts gegen die Processus spinosi drücken, auch nach vorne mit gleicher Kraft drücken. Die Vorwölbung der

---

[1]) Chr. Heath, The British Med. Journal, 25. Mai 1878. Clinical lecture on lateral curvature of the spine, S. 745.

[2]) L. Albert, Lehrbuch der Chirurgie und Operationslehre, Bd. 2, 1881.

[3]) Hueter, Klinik der Gelenkkrankheiten, 1878.

[4]) Dornblüth (Rostock), Hueters Theorie der Skoliose. Virchows Archiv LXXVI, S. 255.

Rippenwinkel auf der Hinterseite rechts von der Wirbelsäule sollte mithin mit einer Vorwölbung der Rippen auf der Vorderseite, rechts vom Sternum, einhergehen. Und bekanntlich ist bei der rechtskonvexen Dorsalskoliose die Vorderseite des Brustkastens weniger gewölbt als links. Durch diese und ähnliche schlagende Beweisführung [1]) sowie durch direkte Rippenmessungen wurden die Folgen der Hueterschen Irrlehre beschränkt. — Und sollte damit ihr Einfluß endgültig unterdrückt sein? Oder verdankt etwa die Theorie Zuppingers [2]), welcher 20 Jahre später die physiologische Skoliose einem abnormen Drucke gegen die rechte Vorderseite des Brustkastens zuschreibt, ihre Entstehung den Hueterschen Vorstellungen? Allerdings sehen wir, daß nach 30 Jahren Boehm seine Begriffe über die Entstehung der in Rede stehenden Skoliose mit der Hueterschen Auffassung über das Rippenwachstum zu stützen sucht.

Auch in der deutschen Literatur machte die Erklärung der physiologischen Skoliose keine wesentlichen Fortschritte. Sie fing an ein lästiges Ding zu werden, das die Anatomen sowie die Kliniker nicht ganz schmerzlos an die Unvollkommenheit der menschlichen Vernunft erinnerte. Hiergegen gab es aber ein Mittel — nicht vereinzelt in der Geschichte der Menschheit —, nämlich dieselbe aus dem Wege zu schaffen. Das Vorhaben leuchtet ein, wenn man bei Eulenburg [3]) liest: „Es liegt Grund genug vor, von der Existenz einer physiologischen Seitenkrümmung ganz abzusehen.“

Diesen hinreichenden Grund findet Eulenburg:

1. in einer Aussage Adams', demonstrator of pathological anatomy im St. Thomas-Spital zu London, welcher die rechtseitige Dorsalkrümmung „in der Tat selten“ [4]) antraf; und

2. in der 4. Auflage der topographischen Anatomie Hyrtls, aus welcher er zitiert:

„Sie ist überdies so wenig auffallend, daß sie nur von einem geübten Formsinn bemerkt werden kann, und beschränkt sich, wie

---

[1]) Vgl. auch Lorenz, Pathologie und Therapie der seitlichen Rückgratverkrümmungen. Wien 1886.

[2]) Zuppinger, Beiträge zur klinischen Chirurgie 29, 3. — Ders., Deutsche Zeitschr. f. orthop. Chir. XI, S. 280.

[3]) Eulenburg, Zur Aetiologie der habituellen Skoliose. Berl. med. Wochenschr. 1865.

[4]) London Medical Times, Sept. 1861. — Vgl. Eulenburg, l. c.

man an vielen Skeletten bemerken kann, sehr oft nur auf eine rechtseitige Abbiegung der Processus spinosi."

Und in welcher wir finden:

„Nebst den vier Hauptkrümmungen der Wirbelsäule in der Medianlinie tritt am Brustsegment noch eine mehr oder weniger ausgesprochene (Krümmung) nach rechts auf. . . . Die rechtseitige Ausbiegung der Brustwirbelsäule erklärt die Häufigkeit der Skoliosen auf dieser Seite, welche sich zu den linkseitigen wie 100 : 2 verhalten." Sodann folgt weiter: „Sie ist überdies so wenig auffallend, daß sie nur von einem geübten Formsinn bemerkt werden kann, und beschränkt sich, wie man an vielen Skeletten bemerken kann, sehr oft nur auf eine rechtseitige Abweichung der Processus spinosi, was dafür spricht, daß das veranlassende Moment nicht bloß im linkseitigen Verlauf der Aorta, sondern sogleich in dem stärkeren und geläufigeren Gebrauche der rechten Extremität gesucht werden könne."

Hyrtl unterscheidet also die rechtseitige Ausbiegung der Brustwirbelsäule sowie eine rechtseitige Abweichung der Processus spinosi. Erstere, die Dorsalkrümmung, erklärt er durch den linkseitigen Verlauf der Aorta; letztere, die Verbiegung der Processus spinosi, schreibt er dem vorwiegenden Gebrauche des rechten Armes zu.

Eulenburg erwähnt aber nicht Hyrtls Erklärung der rechtskonvexen Dorsalskoliose durch die linkseitige Lage der Aorta und erregt den Eindruck, als hätte Hyrtl der Hauptsache nach nur ein Abweichen der Processus spinosi beobachtet und diese „geistreicherweise" (Eulenburg) durch den überwiegenden Gebrauch der rechtseitigen Armmuskeln erklärt. — Ein erster Schritt war gemacht zum Beiseiteschaffen der physiologischen Skoliose. Andere würden bald folgen.

Zwar schreibt R. Volkmann [1]) 4 Jahre später noch: „Ueber die Konstanz der physiologischen Skoliose selbst herrscht gegenwärtig kein Zweifel mehr. Wenn ihre Existenz von vereinzelten Autoren — und zwar auf Grund eigener Untersuchungen z. B. — geleugnet wird, so zeigt dies nur, daß diese Untersuchungen nicht mit hinreichender Sorgfalt ausgeführt wurden." Er unterscheidet drei physiologische Krümmungen, eine primäre rechtskonvexe dorsale,

[1]) Pitha-Billroths Handbuch, Bd. 2, S. 702 ff., 1869.

welche teilweise mit der stärkeren Entwicklung der rechten Körperhälfte, teilweise mit dem vorwiegenden Gebrauch des rechten Armes zusammenhängt. Er fügt also die Hypothese Bichats und Béclards mit der Serres und Malgaignes sozusagen zusammen, und betrachtet die linkskonvexe „lumbale“ und „cervikale“ Krümmung als kompensatorische Krümmungen, d. h. als „courbures de balancement“, Gleichgewichtskrümmungen. Er weist überdies — gleich Bouvier (siehe S. 12) und Hyrtl (siehe S. 17) — darauf hin, daß „die pathologische Skoliose fast ausnahmslos als eine abnorme Steigerung dieser physiologischen Rechtsabweichung auftritt“.

Auch Vogt[1]) beschreibt 1883 noch dieselben drei physiologischen Krümmungen. Er ist Vertreter der Rechtshändigkeitshypothese.

Und schließlich erkennt Albrecht noch im Jahre 1887 [2]) das Bestehen der physiologischen Skoliose an. Auch er erklärt sich als Vertreter der Rechtshändigkeitshypothese. Die Rechtshändigkeit selbst erklärt er durch Ausmündung des Ductus Botalli in der Nähe (etwas peripher von) der linken Art. subclavia. Der linke Arm sollte dadurch im fötalen Leben teilweise mit venösem Blut ernährt werden (im Gegensatz zum rechten, welcher durch ausschließlich arterielles Blut ernährt wird) und so sollte die geringere Entwicklung der linken Extremität verursacht werden. Er selbst aber weist darauf hin, daß die Mehrzahl der Linkshändigen dieselbe Lage des Ductus Botalli als die Rechtshändigen aufweise — womit er selbst seiner Theorie der Rechtshändigkeit den Boden entzieht.

Dies waren — für eine geräumige Zeit allerdings — die letzten Lebenszeichen einer Skoliose, welche inzwischen für tot erklärt worden war.

Roser hatte darauf hingewiesen, daß ein Wirbel, welcher asymmetrisch belastet wird, auf der überbelasteten Seite im Wachstum gegen die weniger belastete Seite zurückbleibt, gleich wie beim Genu valgum die am meisten belastete Außenseite des Femur und der Tibia im Wachstum gegen die weniger belastete Innenseite zurückbleibt — auf welche Tatsache vor Roser auch Volkmann

---

[1]) Vogt, Moderne Orthopädik, S. 110.

[2]) Ueber den anatomischen Grund der Skoliose (Bericht über die Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, XIII. Kongreß). Beilage zum Zentralbl. f. Chir. 1885, Nr. 25 (Autoreferat).

schon hingewiesen hatte. Jede asymmetrische Haltung, von Kindern oft und lang genug innegehalten, mußte mithin zur Skoliose führen. Diese Annahmen — wenn auch nicht in ihrer Allgemeinheit erwiesen — hatten zweifelsohne ihr Bestechendes. Sie bilden einerseits die Grundlage des Gesetzes der „Wachstumsverringerung durch Druckerhöhung", welches sich durch die ganze Entwicklungsgeschichte der Pathologie der Knochensubstanz hindurch — es sei denn in stetig abnehmendem Maße[1]) — verfolgen läßt, wie sie anderseits den Ausgangspunkt abgeben für die Behandlung der Belastungsdeformitäten, z. B. der Genua valga, durch Aenderung der Druckverhältnisse.

Jedem Schritt vorwärts auf dem Wege der Wahrheit scheint eine Reihe von Verirrungen folgen zu müssen. Dies lehrt uns Bescheidenheit. Hier entstand der Irrtum dadurch, daß Roser seiner — schon etwas zu sehr verallgemeinerten — Vorstellung eine zu weit gehende Bedeutung beimaß. Roser hatte darauf hingewiesen, daß anhaltende einseitige Belastung Skoliose verursachen kann. Er formulierte es aber: „Anhaltende, einseitige Belastung verursacht die Skoliose"[2]). Obgleich im Wesen richtig, weckt jedoch diese Abfassung eine falsche Vorstellung, weil „Belastung" nur den Gedanken regt an den vertikalen Einfluß der Schwerkraft. Andere Einflüsse als asymmetrische Haltungen (beim Sitzen, Stehen und Liegen) und das asymmetrische Tragen von Gegenständen, kurz, andere Ursachen als die der Schwerkraft scheinen dadurch in der Entstehung „der" Skoliose ausgeschlossen zu werden. Von mehreren Skoliosenfällen konnten in der Tat andauernde asymmetrische Haltungen als veranlassende Ursache nachgewiesen werden, und Schenk ging nun in der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Straßburg noch einen Schritt weiter, indem er sagte: „Die jedem Schulkind eigene Schreibhaltung bildet die gewöhnliche Veranlassung zur Entwicklung einer Skoliose und ist bestimmend für ihre Form." — Alle Skoliosen, deren Ursprung bis jetzt unklar war, wurden also einer „unzweckmäßigen Haltung" zugeschrieben, und — „habituelle" Skoliosen genannt, mit welchem Namen man „Haltungsskoliosen" meinte.

Einen unglücklicheren Namen hätte man kaum wählen können.

---

[1]) Vgl. Murk Jansen, Achondroplasia, its nature and its cause. E. J. Brill, Leiden.

[2]) Schenk, Zur Aetiologie der Skoliose, 1885, S. 3.

Bouvier hatte ja doch schon längst zuvor mit dem Namen „scoliose habituelle“ oder „régulière“ die physiologische Skoliose angedeutet, um dieselbe von allen anderen Formen, den „formes anomales“ oder „accidentelles“ zu unterscheiden. Nunmehr wurde das Wort gebraucht zur Bezeichnung verschiedener Skoliosenformen, deren Ursache man nicht kannte und unter denen die physiologische oder „habituelle“ der Franzosen mit inbegriffen war.

Fügt man nun die Vorstellung Schenks mit derjenigen Eulenburgs (vgl. S. 16 u. 17) zusammen, so hat man die Bestandteile, aus denen Lorenz seine Auffassungen zusammensetzte, welche er 1886 in seiner „Pathologie und Therapie der seitlichen Rückgratverkrümmungen“ niederlegte. Die Aussagen Adams' und Eulenburgs und seine eigenen Untersuchungen, an 50 Leichen angestellt, führten Lorenz dazu, „die sog. physiologische Skoliose als eine Sinnestäuschung anzusehen, welche durch die Abplattung der linken Körperhälften der mittleren Brustwirbelsäule hervorgerufen wird.“ — Auf den Irrweg geführt durch seinen Vorgänger Eulenburg und weitergehend als derselbe, erklärt Lorenz die physiologische Skoliose für eine Mythe. Sollten in der Tat Cheselden, Sabatier, Bichat, Béclard, Grisolle, Delpech, Serres, Malgaigne, Desruelles, Bühring, Bouvier, Pétrequin, Cruveilhier, Struthers, Meyer, Stromeyer, Werner, Volkmann, Shaw, Heath, Hueter, Hyrtl, Vogt u. a., Anatomen, deren Genauigkeit in der Beobachtung und Beschreibung über jeden Zweifel erhaben ist, Kliniker von Namen und Erfahrung, anderthalb Jahrhunderte hindurch die „gouttière aortique“ mit der „courbure dorsale“ (vgl. S. 8) — die Abplattung der Wirbelkörper durch die Aorta mit der Dorsalkrümmung der Wirbelsäule — verwechselt haben, oder aber irrtümlicherweise im Dorsalteil der menschlichen Wirbelsäule eine Neigung erblickt haben zur Abbiegung nach der rechten Seite? — Oder sollte auf Lorenz' Untersuchung das Wort Volkmanns angewandt werden dürfen? (vgl. S. 17). — Man lese die Beschreibung der Lorenzschen Untersuchungsmethode auf S. 74 seiner Abhandlung, und urteile: 7 Wirbelsäulen, welche „den unabweisbaren Eindruck einer Rechtsabweichung“ machen, werden ... aus der Leiche herausgenommen und werden auf Grund der Abwesenheit von Keil- und Torsionserscheinungen an den einzelnen Wirbeln und der Anwesenheit der Zeichen der gouttière aortique ... für gerade erklärt.

So war der „Deus ex machina“ [1]), „aus dem man unter Umständen auch pathologische Skoliosen sich hatte weiter entwickeln lassen“ [1]), aus dem Wege geschafft, die physiologische Skoliose für tot erklärt. — Es galt hier aber: „le roi est mort, vive le roi!“ Adams hatte nämlich gefunden [2]), daß von 569 im „Royal orthopaedic Hospital“ zu London behandelten Patienten 470, d. h. 82 ½ Proz., die Dorsalkrümmung nach rechtskonvex zeigten. Eulenburg [3]) hatte unter 300 Patienten die rechtskonvexe Dorsalskoliose in 92,7 Proz. vorgefunden. Lorenz selbst fand bei 136 Patienten 62mal eine „primäre“ linkskonvexe „Lenden“skoliose, 64mal eine „primäre“ rechtskonvexe Dorsalskoliose, d. h. in 92 Proz. die typischen Krümmungen, deren Stelle in der Wirbelsäule und deren Richtung mit den physiologischen übereinstimmten, und welche nur in ihrer Größe und Intensität ihr pathologisches Gepräge zeitigten. Auch die drei Forscher, welche die Neigung der normalen Wirbelsäule zur Abbiegung nach rechts leugneten, und die physiologische Skoliose aus dem Wege schafften, sahen also — so gut wie alle ihre Vorgänger — in der abnorm weichen Wirbelsäule die Vorliebe des Dorsal- und „Lumbal“-teiles zur Abbiegung je in seiner typischen Richtung. Diese vorwiegende Frequenz der typischen Krümmungen über ihr Spiegelbild wird aber äußeren Kräften zugeschrieben und zwar — in Nachfolge von Schenk — dem Einfluß der Haltungen beim Schreiben in der Schulbank. Mit anderen Krümmungen, deren Aetiologie gleichfalls im Dunkeln lag, wird nun von Lorenz die dem Schreibakt zur Last gelegte Skoliose als eine gesonderte Gruppe der Skoliosen betrachtet und unter dem Namen der „habituellen“ Skoliosen beschrieben, mit welchen auch wieder „Haltungs“skoliosen gemeint werden. Neben denselben werden nur noch die statischen und die rachitischen Skoliosen unterschieden. Und als ein merkwürdiges Beispiel von den Vorstellungen, welche betreffs der Entstehung der Skoliosen herrschten, möge angeführt werden, daß die rachitische Skoliose daran erkennbar erachtet wurde, daß der Scheitelpunkt ihrer Krümmung in der Mitte der Wirbelsäule (auf der dorsolumbalen Grenze) gelegen und nach links gerichtet war [4]). Der allgemeinen Weich- und Schlaffheit des lokomotorischen Apparates

[1]) Lorenz, l. c., S. 71.
[2]) Vgl. Volkmann, l. c.
[3]) Vgl. Lorenz, l. c., S. 100.
[4]) Lorenz, l. c., S. 138. — Vgl. auch Schultheß, l. c., S. 803.

wurde mithin eine richtende Kraft auf die Abbiegung der Wirbelsäule beigemessen.

Spätere Autoren vermeiden diesen Irrtum. Hoffa unterscheidet in seinem Lehrbuche [1]) eine links- und eine rechtskonvexe rachitische Skoliose. Dennoch sucht man hier wie bei anderen in der Einteilung der Skoliosen vergeblich nach einer Trennung zwischen örtlich angreifenden Kräften (Narbenschrumpfung, Muskelzug, Erweichungsherde u. a. m.), welche die Stelle und die Richtung der Skoliose bestimmen können, und dem Allgemeinzustand des Skeletts, der Muskeln und Bänder (Rachitis, Osteomalacie, konstitutionelle Anomalie), welche nie die Richtung, selten die Stelle, sondern stets in hohem Maße die Intensität der Krümmungen bestimmen.

Das Dogma, daß die Schreibhaltung die typische (links „lumbale", rechtsdorsale) sowie eine Anzahl anderer Skoliosen veranlaßt, hatte Eingang gefunden; physiologische Kräfte, welche asymmetrisch auf die Wirbelsäule einwirken, wurden als ganz überflüssig hingestellt.

Niemand schien sich zu fragen, ob nicht etwa umgekehrt eine schon vor dem ersten Schreibakt bestehende Skoliose die Schreibhaltung bestimmen könnte.

Es entstand ein Friede und eine Einstimmigkeit so vollkommen, wie man es niemals vor der Todeserklärung der physiologischen Skoliose, die doch länger als ein Jahrhundert lebte, gekannt hatte. Die Schreibtheorie, noch des Näheren ausgearbeitet von Kocher, Staffel, Berlin, Rembold, Schubert u. a., beherrschte die Vorstellungen über die typische Asymmetrie, zu der die menschliche Wirbelsäule neigt. Es war denn auch einleuchtend, daß in einer Wirbelsäule mit den normalen sagittalen Lenden- und Brustkrümmungen bei einer Drehung der Vorderseite nach links — wie diese durch den Schreibakt veranlaßt werden sollte — die nach vorne gerichtete lumbale Konvexität nach links gedreht wird, die nach hinten gerichtete dorsale Krümmung nach rechts. Beim (durch das Sitzen) fixierten Sakrum „mußte" [2]) ja die Wirbelsäule genau dasjenige Bild darbieten, „welches wir bei der habituellen Skoliose antreffen" [2]). — Daß der Scheitelpunkt der unteren Krümmung über demjenigen der Lendenlordose liegt, wurde dabei übersehen, ebenso die Tatsache, daß derjenige der obersten — d. h. der

[1]) Hoffas Lehrbuch, 3. Aufl., 1898, S. 460.

[2]) Hoffas Lehrbuch, l. c., S. 378. — Hoffa gebraucht das Wort „habituelle" in dem engeren Sinne der „physiologischen" Skoliose.

dorso-cervikalen — Krümmung unterhalb desjenigen der Halslordose gelagert ist. Daß weiterhin die linkseitigen Rippen im mittleren Brustteil sich an dieser Drehung nicht durch eine rückwärts gerichtete Verlagerung beteiligten, das waren alles Kleinigkeiten, über welche man angesichts der Schwierigkeiten, welche sich der Lösung des Rätsels entgegenstellten, hinwegsah.

25 Jahre sind jetzt vorübergegangen, seit Lorenz' „reformatorisch wirkende Monographie" (siehe Schultheß, Handbuch von Joachimsthal, S. 778) veröffentlicht wurde, und noch liegt die physiologische Skoliose in dem Grab, das Lorenz und seine beiden Vorgänger ihr gegraben haben. So groß ist der Einfluß dieser Arbeit, daß man in den seitdem erschienenen Hand- und Lehrbüchern die Erkenntnis ihrer Existenz vergebens sucht. Dolega (1897) betrachtet sie als einen von Lorenz überwundenen Standpunkt [1]). Redard erwähnt dieselbe nur als eine historische Kuriosität [2]), ebenso Schultheß [3]) (1905—07). Und derjenige, der sich jetzt untersteht, die Unhaltbarkeit der Lorenzschen „Reformationslehre" darzutun, den Begriff der physiologischen Skoliose wieder aufleben zu lassen und hinzuweisen auf die wichtige Rolle, welche sie in der Klinik der Wirbelsäulenkrümmungen spielt, hat sich gewiß auf einen kräftigen Widerstand dieses Veteranen der Orthopädie vorzubereiten.

Die Tatsachen werden ihm aber dabei behilflich sein.

In erster Linie haben die Untersuchungen von Scholder, Weith und Combe in Lausanne auf unerwartete und überraschende Weise der Schreibtheorie ein Ende gemacht, nach welcher u. a. die typischen Krümmungen, welche wir wegen ihrer Stelle (in der Wirbelsäule) und ihrer Richtung die physiologischen nennen, durch die Schreibhaltung in der Schule veranlaßt werden sollten.

In der Absicht, die Fachgenossen von dem schädigenden Einfluß der Schule auf die Form des kindlichen Rückens [4]) zu überzeugen, untersuchte Scholder, Orthopäde in Lausanne, in Vereinigung mit Weith und Combe 2314 Schulkinder. Aus dieser

---

[1]) Dolega, Zur Pathologie und Therapie der kindlichen Skoliose. 1879, S. 59.

[2]) Redard, Traité pratique des déviations de la colonne vertébrale, S. 247.

[3]) Schultheß, Joachimsthals Handbuch, S. 1026.

[4]) Scholder, Die Schulskoliose und deren Behandlung. Riedingers Archiv 1903, Bd. 1, S. 327.

„gründlichen und vielseitigen Untersuchung“ [1]), welche nicht weniger als 2 Jahre erforderte, ging hervor, daß die Zahl der „habituellen“ (d. h. in casu aller nicht schwer rachitischen) Skoliosen von den unteren bis in die höheren Klassen in der Tat anstieg, und zwar von der 2. bis in die 6. Klasse bei den Knaben von 16,7 Proz. auf 26,3 Proz., bei den Mädchen von 20,1 Proz. auf 37,7 Proz. Diese Zunahme galt für alle Skoliosenformen zusammen; es ergab sich aber, daß dieselbe sich über die einzelnen Formen in sehr ungleichem Maße verteilt: den weitaus größten Anteil bei dem Anstieg hat die Totalskoliose, welche bei den Knaben von der unteren bis in die höchste Klasse (von 4,3 Proz. auf 22,5 Proz) 18,2 Proz., bei den Mädchen (von 6,8 Proz. auf 14,8 Proz) 8 Proz. zunimmt. Fernerhin zeigt bei den Mädchen auch die Lendenskoliose eine beträchtliche Zunahme. — Die übrigen Skoliosenformen nehmen aber alle während der Schuljahre nur in geringem Maße zu: die Dorsalskoliose z. B. steigt bei den Knaben von 2,7 Proz. in der zweituntersten Klasse auf Maximum 5,4 Proz. in der fünften Klasse. Bei den Mädchen von 2,9 Proz. auf 6,8 Proz. [2]).

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Vorwürfe, welche wir der Schule in bezug auf die Rückgratsverkrümmungen machen, sich dahin zusammenfassen lassen, „daß die Schule eine Anzahl leichterer Verkrümmungen — Totalskoliosen und Lendenskoliosen — direkt verursacht, und die bestehenden verschlimmert“ (Schultheß) [2]).

Es brachten somit die neuen Tatsachen, von Scholder in der Absicht gesammelt, die Schuld der Schule zu beweisen, ihre Unschuld in bezug auf diejenige typische Form der „habituellen“ Skoliose an das Licht, welche die große Mehrzahl der Statistiken Adams', Eulenburgs, Lorenz' u. a. bildet, und welche späterhin (vgl. Schultheß) unter dem Namen der komplizierten Dorsalskoliose beschrieben wird. Die äußeren Kräfte, beim Schreibakt in der Schule von Schenk, Lorenz und so vielen anderen verantwortlich gemacht für diese typische Skoliosenform, sind offenbar an ihrem Zustandekommen nicht beteiligt. Die Schreibhaltung veranlaßt dieselbe nicht, sondern sie wird vielmehr von derselben bestimmt. Sie verschlimmert diese Skoliose nur; sie kann also die Krümmungen, welche in bezug auf ihre Stelle und ihre Richtung

---

[1]) Vgl. Schultheß, Joachimsthals Handbuch, S. 1026.

[2]) Vgl. Schultheß, Joachimsthals Handbuch, S. 1027 ff.

physiologisch sind, unter bestimmten Bedingungen zu einer wahren Verunstaltung verschlimmern, d. h. wegen ihrer Größe pathologisch machen. Die physiologische Skoliose, für tot erklärt, und unter der Bezeichnung der „habituellen Skoliosen“ als Haltungsskoliose wieder in die Klinik eingeführt, hat ihre Maske abgeworfen und steht in all ihrer Rätselhaftigkeit wieder vor uns.

In zweiter Linie wurde 1900 durch eine anatomische Untersuchung Pérés in Toulouse der unrichtigen Vorstellung Lorenz' ein Ende gemacht, als wäre die „normale“ Wirbelsäule frei von den typischen physiologischen Krümmungen:

In der Absicht, die Lorenzsche Aussage über die physiologische Skoliose zu prüfen [1]), untersuchte Péré die Vorderseite der Wirbelsäule von 100 anscheinend normalen Leichen nach der Reihe, in der sie sich in dem anatomischen Präpariersaal in Toulouse einfanden. Die Wirbelsäule wurde — in zweckmäßigem Gegensatz zu der Lorenzschen Methode — sorgfältig in situ gelassen und ein Draht gespannt von der Mitte des 1. Halswirbels nach der des 5. Lendenwirbels. Es stellte sich heraus, daß nur 7 Wirbelsäulen gerade waren, d. h. frei von jedweder seitlichen Abweichung. Von den übrigen 93 war 79mal der mittlere Dorsalteil nach rechts abgebogen, nur 14mal nach links. Es weicht mithin unter normalen Umständen der mittlere Dorsalteil viel öfter nach rechts, als nach links ab. Von den 79 zeigten 41 die drei charakteristischen Krümmungen (die übrigen zeigten entweder eine größere Zahl [— eine einzige sogar 6 —] oder eine geringere [zwei oder sogar eine einzige]). Der Typus der Skoliose, welcher sich am häufigsten vorfindet, der „type habituel“, ist somit eine Skoliose mit drei Krümmungen: eine rechtskonvexe mit dem Scheitelpunkt in dem 5. oder 6. Dorsalwirbel, und zwei linkskonvexe, eine mit dem Scheitelpunkt in dem 12. Dorsal- oder 1. Lendenwirbel und eine mit dem Scheitelpunkt zwischen dem 2. und 3. Brustwirbel. Die unterste Krümmung ist manchmal die größte [2]); es ist nämlich Péré aufgefallen, daß in wenigstens $^1/_5$ der Fälle, in denen die Dorsalkrümmung so klein war, daß sie fast fehlte, dennoch die unterste Krümmung auffallend groß war [3]); die obere Krümmung ist zumeist die kleinste, obgleich auch sie ein einziges Mal die am meisten auffällige war.

---

1) Péré, l. c., S. 11.
2) Péré, l. c., S. 17 und 18.
3) Péré, l. c., S. 70.

Ueberblicken wir nunmehr Pérés Erfahrungen und diejenigen von anderen[1]), sowie von uns selbst (siehe S. 3), so darf als feststehend erachtet werden, daß die physiologische Skoliose nicht eine Mythe ist, sondern eine frequent vorkommende Erscheinung in der „normalen" Wirbelsäule — eine Erscheinung, von deren Existenz ein jeder, der noch Zweifel hegt, sich in eigener Umgebung leicht überzeugen kann (siehe S. 4). — Daß Péré die drei Krümmungen erklärt durch Shaws Hypothese des schiefgestellten Beckens, kombiniert mit derjenigen der Rechtshändigkeit Bichats und Béclards, dürfte beiläufig erwähnt werden. Es beweist dieses nur, daß ihm in der Genese dieser Skoliosenform neue Gesichtspunkte fehlen.

Zusammenfassend darf als feststehend angenommen werden, daß: 1. die „normale" Wirbelsäule oft drei typische (physiologische) Krümmungen zeigt (Péré, Richer, Jansen u. a.); und 2. die Ursache der physiologischen Krümmungen außerhalb der Schule liegt (Scholder, Weith und Combe).

Es haben somit Péré und Richer, Scholder, Weith und Combe uns durch ein gewissenhaftes Sammeln von Tatsachen von dem Lorenzschen Irrweg zurückgeführt.

Das kostbarste Material an Tatsachen in der Skoliosenliteratur aber — obgleich beschränkt auf anormale Wirbelsäulen — ist von Schultheß gesammelt und u. a. 1902 in dem 10. Bd. der Deutschen Zeitschr. f. orthop. Chir., und 1905 bis 1907 in Joachimsthals Handbuch niedergelegt worden. Dadurch, daß er von allen Krümmungen, welche seine 1137 Skoliosenpatienten ihm darboten, die Stelle und die Richtung in eine gemeinschaftliche graphische Statistik zusammenfaßte (siehe Fig. 5), hat er die physiologische Neigung der Wirbelsäule bildlich dargestellt, wodurch die Vorliebe des unteren und oberen Dorsalteiles für die linke Seite, des mittleren für die rechte, in einer Figur gezeigt wurde, welche es gestattet, die Größe dieser Neigung sogar in Ziffern abzulesen.

Schultheß sieht die so scharf ausgesprochenen Differenzen in der Lokalisation der Skoliosen auf beiden Seiten, welche seine Statistik unwiderleglich dartut; er gesteht aber offen ein, daß er

[1]) Richer z. B. fand unter 40 Menschen zwischen 20 und 40 Jahren 38 mit einer linkskonvexen Lumbodorsalkrümmung und manchmal über derselben eine oder zwei der typischen Krümmungen. Siehe Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière 1896, mai, juin; 1897, janvier.

außerstande ist, dieselbe zu erklären. Er „sucht" aber die Gründe dafür „nicht in äußeren Momenten" (Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 10, S. 970 l. c.): „Eine habituelle Stellung, welche sich mit dieser Schärfe auf so genau umschriebene Regionen beschränken würde, ist uns nicht denkbar, und gar die Abneigung der Wirbelsäule, an bestimmten Stellen sich Abknickungen gefallen zu lassen, läßt sich vollends nicht auf diesem Wege erklären (S. 790 id.)".

Schultheß wird somit zur Annahme innerer, physiologischer Kräfte gedrängt und erachtet das habituelle Innehalten einer gewissen Haltung für eine ungenügende Ursache; er schließt dennoch damit: . . . . Haltungen, welche aus der Rechtshändigkeit hervorgehen, verantwortlich zu machen für die unterste und die oberste der drei typischen Krümmungen. Die mittlere Krümmung betrachtet Schultheß als die Folge der linksgelegenen gouttière aortique, wodurch der Dorsalteil der Wirbelsäule leichter nach rechts als nach links abbiegen sollte. Offenbar aber ist er sich der Unvollkommenheit dieser Erklärung bewußt, welche er einleitet mit den Worten: „nach dem heutigen Stand unseres Wissens müssen wir uns (diese) Vorstellung machen."

Schultheß' Erklärung der physiologischen Skoliose ist also eine Kombination der Rechtshändigkeits- und der Aortatheorie. Gleichwie Péré, so läßt somit auch Schultheß zur Erklärung der drei Krümmungen zwei Theorien zusammenschmelzen, eröffnet aber ebensowenig neue Gesichtspunkte. Wir werden im nachfolgenden Kapitel die Gelegenheit haben, aus den gesonderten graphischen Statistiken Schultheß' noch nähere Eigenschaften der physiologischen Skoliose zu entnehmen, aus denen die Unhaltbarkeit dieser Theorien sowie der übrigen, welche wir kennen gelernt haben, hervorgehen wird. Dabei werden wir ein Gefühl der Dankbarkeit und der Verehrung aber nicht unterdrücken können für den verdienstvollen Forscher, dessen unermüdliche Arbeit uns die Tatsachen hergab, welche die Vervollständigung des klinischen Bildes der physiologischen Skoliose in einfachster Weise ermöglichen.

Hiermit wären wir am Ende der Geschichte der physiologischen Skoliose angelangt, wenn nicht der Vollständigkeit halber zwei Hypothesen erwähnt werden müßten, welche — obgleich sie weder die Stelle noch die Richtung der drei typischen Krümmungen erklären können — dennoch als fast verzweifelte Versuche angeführt worden sind.

Die erste ist die Hypothese der kongenitalen Skoliose von Hasse und Stadfelt[1]), derzufolge die asymmetrische Lage der Frucht vor der Geburt als die Ursache der physiologischen Skoliose betrachtet wird. — Bekanntlich zeigt die kongenitale Skoliose sich unter den verschiedenartigsten Bildern, welche zwischen der unschuldigen Scoliosis totalis (dextra oder sinistra) und den mit Wirbeldefekten (öfter auch mit Spina bifida oder dem Sprengelschen Schulterblatthochstand) einhergehenden schweren Formen schwanken, so daß von einer Einheitlichkeit in der Form — weder in bezug auf ihre Richtung noch auf die Lage ihrer Scheitelpunkte — nicht die Rede sein kann.

Die letzte Hypothese ist diejenige Boehms[2]) „der numerischen Variationen der Wirbelsäule". Sie erfordert eine eingehendere Erörterung:

Bekanntlich zeigt die Zahl der kostalen Elemente der Wirbelsäule sowie die Stelle ihrer Anheftung an der Wirbelsäule Variationen, welche sich an den Grenzen des Brustkorbes, sowie des Sacrum dartun. Dieselben sind von Dwight in Boston numerische Variationen des Rumpfskelettes (S. 327) oder numerische Varietät der Wirbelsäule (S. 331) genannt, womit er unseres Erachtens nur numerische Variationen der kostalen Elemente andeutete. Dwight hatte schon die Frage erhoben, ob dieselben nicht etwa die Ursache mancher Skoliosen sein könnten, und Boehm antwortete darauf bejahend. Er erachtet die numerischen Variationen für die Ursache der „juvenilen" „idiopathischen" Skoliose (S. 305), welche „in der Regel im „Lenden"teil (der Wirbelsäule) links-, im Dorsalteil rechtskonvex" ihren Sitz hat (siehe Boehm l. c. S. 382). — Das Wort „habituelle" — im Sinne der physiologischen Skoliose — (vgl. S. 350) ist hier durch die Bezeichnung „juvenile idiopathische" Skoliose ersetzt.

Die Gründe, welche Boehm für seine Auffassung vorführt, sind folgende:

In der Dwightschen Sammlung zu Boston fand er 52 numerisch variierende Wirbelsäulen vor, von denen 26 leicht skoliotisch waren (S. 350) und 26 keine Zeichen von Skoliose darboten.

Aus der Tatsache, daß 50 Proz. dieser Wirbelsäulen skoliotisch

---

[1]) Vgl. Péré, l. c., S. 63.

[2]) Boehm, Untersuchungen über die anatomische Grundlage der jugendlichen, seitlichen Rückgratsverkrümmungen. Deutsche Zeitschr. f. orthop. Chir. 1908, Bd. 19, S. 286.

sind, schließt Boehm, daß die numerischen Variationen die wahrscheinliche Ursache der Skoliose sind (S. 338). — Es ist aber klar, daß Boehm mit nicht geringerem Recht hätte schließen dürfen, daß im Gegenteil die 50 Proz. dieser Wirbelsäulen, welche keine Skoliosen zeigen, es wahrscheinlich machen, daß die numerischen Variationen nicht die Ursache der Skoliose sind.

Die Sicherheit für seine Auffassung bekommt Boehm nunmehr durch mechanisch-physische Beweisführung:

Seine Fig. 18 zeigt ein Sacrum, welches mit dem Os coccygis rechtskonvex skoliotisch ist. Der rechte Sakralflügel ist länger als der linke. Diese „merkwürdige" Deformität (S. 342, Z. 7) „ist durch die stärkere Flügelentwickelung der rechten Seite" entstanden (S. 342, Z. 12—17). Auch anderswo „reicht asymmetrische Ausbildung der Flügel hin, um die größere Höhenentfaltung der rechtseitigen Sakralwirbelkörperhälfte zu erklären" [1]) (S. 340). Ein anderes „interessantes" Präparat (S. 341, Z. 5) zeigt die Mitte des 24. Wirbels links von der Medianlinie und die obere Fläche dieses Wirbels rechts niedriger als links. Hier hat die stärkere Ausbildung des rechten Sakralflügels „den Körper des 24. Wirbels nach der linken Seite herübergedrängt [1]) und dessen obere Fläche nach abwärts gezogen" [1]) (S. 341, Z. 11—17).

Eine erste Rippe der linken Seite der Fig. 5 ist kürzer und dünner als die beiden oberen der rechten Seite (S. 344). Hier hat die vom 7. Wirbel kommende linke Rippe die Wirbelsäule „an das Sternum herangezogen", während die vom 8. und 9. Wirbel links stärker und länger entwickelten Rippen die obersten Brustwirbel nach rechts verdrängen. Auch an anderen Stellen drängen die langen Rippen Wirbelkörper nach der Seite hin (S. 345, Z. 4 u. 5). — Kurz, Boehm läßt ohne jeden Grund Rippen Zug ausüben, weil sie kurz, Druck ausüben, weil sie lang sind; einen Sakralflügel sogar Zug ausüben in vertikaler, Druck in querer Richtung zu gleicher Zeit, d. h. einen mechanischen Fehler als mechanische Beweisführung gelten. Die Frage, ob die Asymmetrien in der Länge und Dicke der Rippen sowie in der Entwicklung der Sakralflügel etwa Neben- oder Folgeerscheinungen der Skoliosen sein dürften, wird nicht erhoben. Die ursächliche Bedeutung, welche bewiesen werden sollte, wird unerwiesen für erwiesen erachtet.

Weiterhin stellt Boehm Regeln auf über den Zusammen-

[1]) Wir spationieren.

hang zwischen der Form der numerischen Variationen und der Form der Skoliose: drei Regeln, welche sich auf 4, 5 Fälle, bzw. 1 Fall stützen; d. h. 10 Wirbelsäulen von den 52 folgen den Regeln Boehms, 42 folgen denen nicht, sind Ausnahmen. Dennoch werden diese Regeln dazu verwendet, den Einfluß der numerischen Variationen auf die Form der Wirbelsäule darzutun. Dies ist die Art und Weise, in der das polymorphe Bild der numerischen Variationen verwendet wird, das konstante Bild der linkskonvexen „Lumbal"- und rechtskonvexen Dorsalskoliose, die „juvenile" „idiopathische" Skoliose zu erklären, d. h. dasselbe mit der physiologischen Skoliose in ursächlichen Zusammenhang zu bringen.

Warum verursacht die angeborene Abweichung der kostalen Elemente nicht schon bei der Geburt eine Asymmetrie der Wirbelsäule? — Am Ende des ersten Dezennium und beim Anfang des zweiten sollten die Rippen vorwiegend in frontaler Richtung wachsen (Hueter). Erst zu dieser Zeit sollten nun die Zug- und Druckwirkungen in den Rippen und den Alae sacrales, welche die Wirbelsäule verkrümmen, sich geltend machen (Boehm, l. c. S. 346). Hier also ein Wiederaufleben der Hueterschen Rippentheorie, welche schon von Dornblüth, Lorenz und andern widerlegt wurde.

In dieser Weise wurde das Material der Dwightschen Sammlung von Boehm mit Vorstellungen umgeben, welche einerseits gegen die Regeln der Mechanik verstoßen, anderseits zu den bereits überwundenen Standpunkten gehören. Man könnte daher meinen, es wäre besser, wenn dieselben nicht geschrieben wären; jedoch ist dies nicht der Fall. Boehms Abhandlung kann dazu dienen, darzutun, daß gerade das Gegenteil richtig ist von dem, was sie zu beweisen bestrebt ist, daß nämlich auch die angeborene Asymmetrie, welcher die Wirbelsäule unterworfen ist, in den numerischen Variationen der kostalen Elemente, nicht die Ursache derjenigen typischen Skoliosenform ist, welche „lumbal" linkskonvex, dorsal rechtskonvex auftritt, und deren Stelle (in der Wirbelsäule) und Richtung wir physiologischen Kräften zuschreiben.

Boehm erwähnt nämlich, daß nach Bardeen[1]) 15,9 Proz., nach Frischl 22 Proz. der Menschen numerische Variationen aufweisen.

Wir haben schon erwähnt, daß Péré bei Leichen von meist älteren Leuten in 93 Proz. der Fälle Skoliose vorfand, in 41 Proz. die drei physiologischen Krümmungen.

[1]) Siehe Boehm, S. 331.

Bei einer von uns angestellten Untersuchung (siehe S. 3) an 144 angehenden Matrosen zwischen 13 und 16 Jahren zeigten 96 Proz. Torsionserscheinungen in der Vorbeugehaltung, indem 54,8 Proz. dieser Fälle die Torsionserscheinungen an den für die physiologischen Krümmungen typischen Stellen aufwiesen.

Es kommen also die numerischen Variationen bei 15,9—22 Proz. der Menschen vor, die physiologischen Skoliosen bei mehr als 40 Proz. Die Frequenz der numerischen Variationen der kostalen Elemente ist mithin zu gering zur Erklärung der physiologischen Skoliose, sogar wenn jede Form der numerischen Variation unter magischen Einflüssen zu einer und derselben Skoliosenform führen sollte.

Ueberblicken wir die verschiedenen Ansichten über die Ursachen der physiologischen Skoliose in den mehr als zwei Jahrhunderten ihrer Geschichte, so stellt sich heraus, daß immer wieder zwei Erscheinungen der Asymmetrie im menschlichen Körper dafür verantwortlich gemacht werden: 1. eine physiologische Asymmetrie, diejenige der Rechtshändigkeit, und 2. eine anatomische Asymmetrie, nämlich die linkseitige Lage des Herzens mit der Aorta und ferner der Leber.

Am meisten hat erstere, die Rechtshändigkeit, dominiert, so daß hier die Namen Bichat und Béclard, der großen Anatomen aus dem Ende des 18. und dem Beginn des 19. Jahrhunderts, demjenigen unseres verdienten Skoliosenforschers Schultheß begegnen. Auch fast alle dazwischen liegenden Hypothesen stützen sich auf die Erscheinung der Rechtshändigkeit: so Delpechs Hypothese, die vorwiegende Entwicklung der rechten Körperhälfte betreffend, die Rippentheorie Stromeyers und Werners, welche den Einfluß auf einen einzigen Muskel des rechten Armes — den M. serratus anticus major — beschränken, mehr weniger auch die Hypothese des schiefgestellten Beckens Shaws; und schließlich die Schreibhypothese Schenks, Kochers und anderer. Ja, Zuppingers Rippenhypothese, welche doch äußeren Druck gegen die rechte Thoraxhälfte einwirken läßt, ist von dem Begriff der Rechtshändigkeit nicht ganz zu trennen.

Die übrigen Theorien, d. h. diejenigen, welche sich auf Asymmetrie im Baue stützen, legen der asymmetrischen Lagerung unpaariger Organe — der Leber, des Herzens und der Aorta — teil-

weise einen direkten mechanischen Einfluß bei (Cheselden, Sabatier, Pétrequin, Bouvier), teilweise einen indirekten mit Hilfe eines equilibrierenden Vermögens, welches sie der Wirbelsäule zuschreiben (Desruelles, Schultheß, Meyer).

Unter die zwei Gesichtspunkte, nämlich den der Asymmetrie in der Funktion (der Rechtshändigkeit) und derjenigen im Baue (der Lagerung der Organe) lassen sich somit alle Theorien und Hypothesen vereinigen, welche zur Erklärung der physiologischen Skoliose in der Literatur aufgestellt sind — wenn nämlich von den überwundenen Vorstellungen Hueters und Boehms, sowie denjenigen der kongenitalen Skoliose abgesehen werden darf.

Die Erklärung der physiologischen Skoliose zeigt somit ein Hinken auf zwei Gedanken — denselben zwei Gedanken vom Anfang bis zum Ende ihrer Geschichte. Es erhebt denn auch jeder Laie, dem das Problem vorgelegt wird, fast ohne Ausnahme den Gedanken eines Zusammenhanges zwischen dieser charakteristischen Neigung zur Asymmetrie der Wirbelsäule mit der Rechtshändigkeit oder der linkseitigen Lage des Herzens. Die Vorurteilslosen werden also instinktiv zur Annahme eines Zusammenhanges zwischen den drei typischen Asymmetrien des menschlichen Organismus gedrängt, wovon ein jeder sich in eigener Umgebung leicht überzeugen kann. Aus dem Nachfolgenden wird nunmehr hervorgehen, daß dieser Zusammenhang tatsächlich besteht. Das nähere Studium der Eigenschaften der physiologischen Skoliose wird aber dartun, daß derselbe kein kausaler ist: daß weder die Rechtshändigkeit noch die asymmetrische Lagerung der Organe die direkte Ursache der physiologischen Skoliose abgeben. Wir werden hingegen Gründe vorführen für die Annahme, daß die physiologische Skoliose mit der asymmetrischen Lage des Herzens und der Rechtshändigkeit — die drei Asymmetrien, durch welche das Genus homo sapiens sich von allen (übrigen) Tieren unterscheidet — eine gemeinschaftliche Ursache in seinem aufrechten Gange haben.

Lassen also die Erklärungen der physiologischen Skoliose, welche ihre Geschichte aufweist, noch Unsicherheit über die Art ihrer Entstehung, so fehlt es auch bezüglich der Tatsache ihres Bestehens an einer Einheitlichkeit der Auffassung: Nachdem sie der menschlichen Wahrnehmung Jahrhunderte lang entgangen zu sein schien, wurde ein einzelnes Symptom derselben — die hohe rechte Schulter — Mitte des 17. Jahrhunderts erkannt. Ein Säkulum mußte vorüber-

gehen, ehe eine einzelne — die mittlere — ihrer Krümmungen Mitte des 18. Jahrhunderts zuerst beschrieben wurde; und nahezu ein weiteres Jahrhundert sollte dann verstreichen, ehe auch die untere Krümmung wahrgenommen wurde. Man sah aber noch nicht, daß dieselbe teilweise im unteren Brustteil, d. h. auf der Grenze des Brust- und Lendenteils — gelegen war, und nannte sie mit Unrecht „lumbal". Bis auf den heutigen Tag blieb man unsicher, welche der beiden Krümmungen die primäre sei. Es sollte abermals nahezu ein Jahrhundert vergehen, bis auch die dritte und oberste Krümmung und die weniger konstante vierte im unteren Lendenteil entdeckt wurden. In den letzten 25 Jahren schließlich sind die Augen wieder geschlossen für diese Tatsache, daß in der menschlichen Wirbelsäule drei dorsale Punkte eine bestimmte Vorliebe für eine Verlagerung je in seiner eigenen Richtung zeigen, ist der Begriff der physiologischen Skoliose als eine Mythe betrachtet, ist der Name nur als ein historisches Kuriosum in den Hand- und Lehrbüchern erwähnt worden. — Man wird sich aber von diesem Irrtum losreißen, und durch eigene Beobachtung von der Tatsache überzeugen müssen, auf welche wir schon im ersten Kapitel dieser Abhandlung die Aufmerksamkeit gelenkt haben, nämlich: daß drei Punkte im Dorsalteil der menschlichen Wirbelsäule — der normalen sowie der anormalen — eine Neigung haben zur Abweichung je in seiner bestimmten Richtung: der unterste und der oberste haben eine Vorliebe für die linke, der mittlere für die rechte Seite. — Die leisen, aber hoffnungsvollen Anzeichen dafür, daß die Zukunft die Augen eröffnen wird, finden sich gerade in der neueren Literatur wieder; von Rudolf Fick, also von anatomischer — jetzt aber von deutscher — Seite, wurde 1911[1]) erwähnt: „in der normalen Wirbelsäule ist meist auch wenigstens eine, und zwar meist am 3.—5. Brustwirbel deutlich wahrnehmbare Ausbiegung nach der Seite vorhanden. In der Mehrzahl der Fälle ist die Konvexität der Krümmung nach rechts gerichtet." Und wenn man hiermit die Beschreibung Cheseldens aus der Mitte des 18. Jahrhunderts (siehe S. 8 am Anfang dieses Kapitels) vergleicht, so ergibt sich, daß auch hier „history repeats itself".

Der Zweck dieser Abhandlung ist es nun, die Ursache der

---

[1]) Siehe Rudolf Fick, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. III. Teil, S. 45. Gustav Fischer, Jena 1911.

drei physiologischen Krümmungen zu erörtern. Dazu wird es aber erforderlich sein, zuerst die klinischen Eigenschaften derselben des näheren kennen zu lernen.

III. Die näheren Eigenschaften der physiologischen Skoliose.

A. Die verschiedenen klinischen Formen der physiologischen Skoliose.

Mit der Erkenntnis der Tatsache, daß die menschliche Wirbelsäule in den drei erwähnten Punkten ihres Dorsalteils zur Abbiegung in konstanten, alternierenden Richtungen neigt, ist das Studium der Eigenschaften der physiologischen Skoliose keineswegs abgeschlossen. Im Gegenteil, dasselbe hat damit erst angefangen. Es erhebt sich nämlich die Frage: Kommen diese drei Krümmungen immer zusammen vor; oder zeigt sich die physiologische Skoliose wohl auch unter dem klinischen Bilde zweier Krümmungen oder sogar einer einzigen? Und, falls dem so sei, in welchen Kombinationen kommen dieselben vor? Mehrere Möglichkeiten liegen da vor. Wenn wir z. B. die drei Krümmungen von unten nach aufwärts a, b, bzw. c nennen, so sind theoretisch die nachfolgenden Formen möglich: a; b; c; a + b; a + b + c; b + c; a + c. Und es ist wichtig zu wissen, welche dieser Formen sich in der Klinik vorfinden, nicht nur weil dadurch gewisse Skoliosenformen mit bisher unbekannter Aetiologie sich den physiologischen Skoliosen zugesellen werden, sondern auch weil sich daraus ein Fingerzeig entnehmen läßt für den Angriffspunkt der physiologischen Kräfte in der Wirbelsäule, welche diese Skoliosen verursachen. Der Zweck dieses Kapitels ist es somit, zu erörtern: Welche der 7 theoretischen Formen kommen klinisch als physiologische Skoliosen vor?

Die Literatur läßt uns vollkommen im Stich. Die Frage ist eigentlich nie gestellt worden, obgleich jedoch alle Untersucher — gleichsam unbewußt — einen kleinen Teil derselben beantwortet haben: Indem z. B. Shaw die untere seiner (zwei) physiologischen Krümmungen die primäre nennt, über welche sich durch seitliche Aequilibrierung die zweite, sekundäre, bilden soll, nimmt er stillschweigend an, daß die physiologische Skoliose nicht stets vollständig sei, sondern bisweilen nur aus einer einzigen, nämlich der untersten Krümmung bestehe, und daß diese die primäre sei. Die

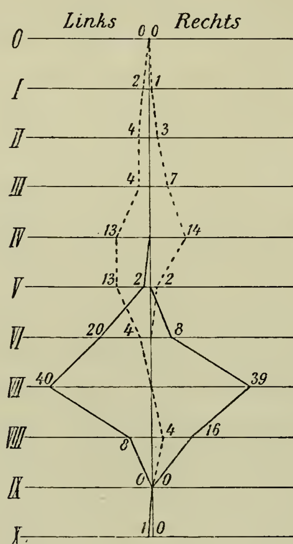
Aortatheorie dagegen erfordert, daß die mittlere der drei Krümmungen als die primäre betrachtet werde, welche also, nachdem sie kürzere oder längere Zeit als einfache, rechtskonvexe Dorsalkrümmung bestanden habe, durch die unterste als sekundäre Krümmung — und die oberste als tertiäre? — komplettiert werden sollte. Und wenn Schultheß die drei Krümmungen zusammen mit dem Namen der „komplizierten Dorsalskoliose“ bezeichnet, so sagt er nichts weniger, als daß die mittlere Krümmung die primäre sei, die beiden anderen die sekundären; und in Uebereinstimmung hiermit bezeichnet er denn auch in seiner graphischen Statistik erstere als „Haupt-“, letztere als „Neben“krümmungen. — Mehr als diese strittigen Anschauungen gewährt aber die Literatur zur Beantwortung der obigen Frage nicht. Aus dem Nachfolgenden wird sich aber ergeben, daß die trefflichen graphischen Statistiken Schultheß' hierüber näheren Aufschluß ermitteln lassen.

Im ersten Kapitel dieser Abhandlung (siehe S. 5 u. 6) haben wir darauf hingewiesen, daß die graphische Sammelstatistik der 1137 Skoliosenpatienten Schultheß' (siehe Fig. 5) drei Ausbuchtungen aufweist: eine, links in der Höhe des 12. Brust- und 1. Lendenwirbels, eine zweite, rechts in der Höhe des 7. Brustwirbels, und eine dritte, wiederum links in der Höhe des 2. und 3. Brustwirbels; und daß diese Ausbuchtungen, der Lage und der Richtung nach, den physiologischen Krümmungen entsprechen. An der Bildung dieser Ausbuchtungen sind also die physiologischen Skoliosen sicher beteiligt. Aus den Schultheßschen Sonderstatistiken der einzelnen Skoliosen werden wir nunmehr entnehmen können, welche klinischen Formen der Skoliose ihren Beitrag zu diesen Asymmetrien geliefert, bzw. dieselben zusammengesetzt haben. Wir werden dadurch einen Hinweis gewinnen auf die Kombinationen, in welchen die physiologischen Krümmungen klinisch vorkommen, d. h. einen Hinweis zur Feststellung der klinischen Formen der physiologischen Skoliose.

Betrachtet man die Schultheßschen Sonderstatistiken in bezug auf ihre Symmetrie, so stellt sich heraus, daß dieselben entweder vollkommen symmetrisch sind oder eine typische Asymmetrie aufweisen, d. h. eine Asymmetrie, welche von physiologischen Krümmungen gebildet wird und somit zu einer oder mehreren der drei oben erwähnten Ausbuchtungen der Sammelstatistik ihren Beitrag liefert; mit anderen Worten, daß keine Statistik an anderen

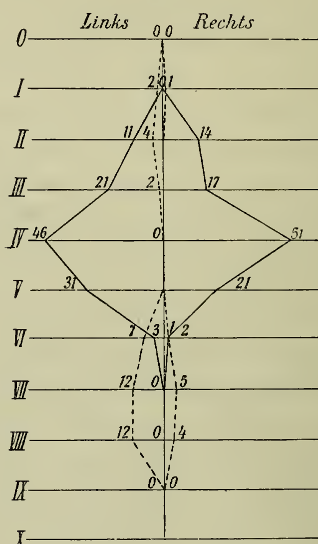
als diesen typischen Stellen eine wesentliche Asymmetrie aufweist. Zu der ersten Gruppe gehört die L u m b a l s k o l i o s e, welche sich 40mal links- und 39mal rechtskonvex zeigt (siehe Fig. 6). Zwar sind in einem höheren Abschnitt dieser Statistik mehr links- als rechtskonvexe Krümmungen verzeichnet; aber diese haben ihren

Fig. 6.



Graphische Statistik der Lumbalskoliose.
(Nach S c h u l t h e ß.)
——— = einfache oder „Haupt“-krümmungen.
- - - - = „Neben“krümmungen.
Die Lumbalskoliosen kommen ungefähr gleich oft links- als rechtskonvex vor: ihre Statistik ist symmetrisch.
(Die leichte Asymmetrie bei V und VI ist von eingeschlichenen Lumbodorsalskoliosen abhängig.)

Fig. 7.

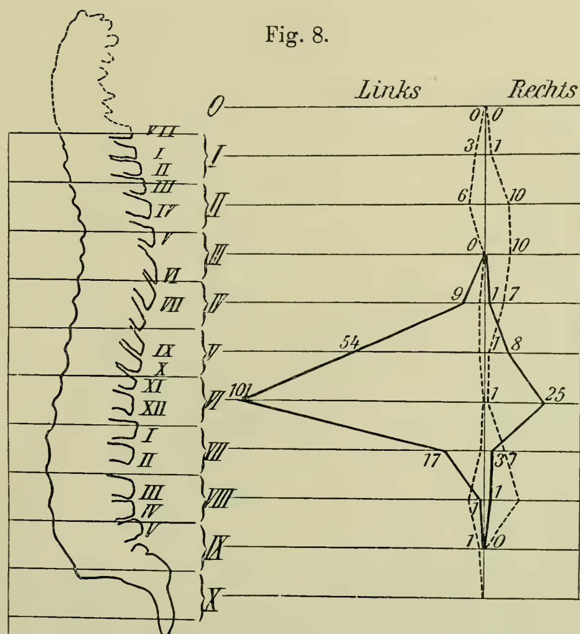


Graphische Statistik der einfachen Dorsalskoliose. (Nach S c h u l t h e ß.)
——— = einfache oder „Haupt“-krümmungen.
- - - - = „Neben“krümmungen.
Auch die einfache Dorsalskoliose kommt ungefähr gleich oft links- als rechtskonvex vor. Auch ihre Statistik ist symmetrisch.
(Die leichte Asymmetrie bei VI, VII und VIII ist die Folge von eingeschlichenen n i c h t - e i n f a c h e n Dorsalskoliosen mit höher und niedriger gelagerten Gegenkrümmungen.)

Scheitel in dem unteren Brustteil oder auf der dorsolumbalen Grenze. Dieselben sind somit keine Lumbalskoliosen, sondern eingeschlichene dorsolumbale Krümmungen. Nur im unteren Abschnitt zeigt der Lumbalteil eine leichte Vorliebe für die rechte Seite — worauf wir später zurückkommen werden —, was aber keineswegs ausschließt, daß d i e e i g e n t l i c h e n L u m b a l s k o l i o s e n — d. h. die, welche im mittleren Lendenteil ihren Scheitelpunkt haben — g l e i c h o f t l i n k s - a l s r e c h t s k o n v e x v o r k o m m e n. — Das gleiche gilt für

die einfachen Dorsalskoliosen (siehe Fig. 7). Zwar findet sich hier der mittlere Brustteil 51mal nach rechts gegen 46mal nach links abgebogen, d. h. in 5 Fällen öfter nach rechts; aber weiter in dieser Statistik finden sich „Neben"krümmungen verzeichnet, welche den Beweis erbringen, daß in diese Statistik außer den einfachen Dorsalkrümmungen auch einige nicht-einfache Dorsalskoliosen mit dorsalen oder lumbodorsalen — und zwar mehr links- als rechtskonvexen — Gegen-

Fig. 8.

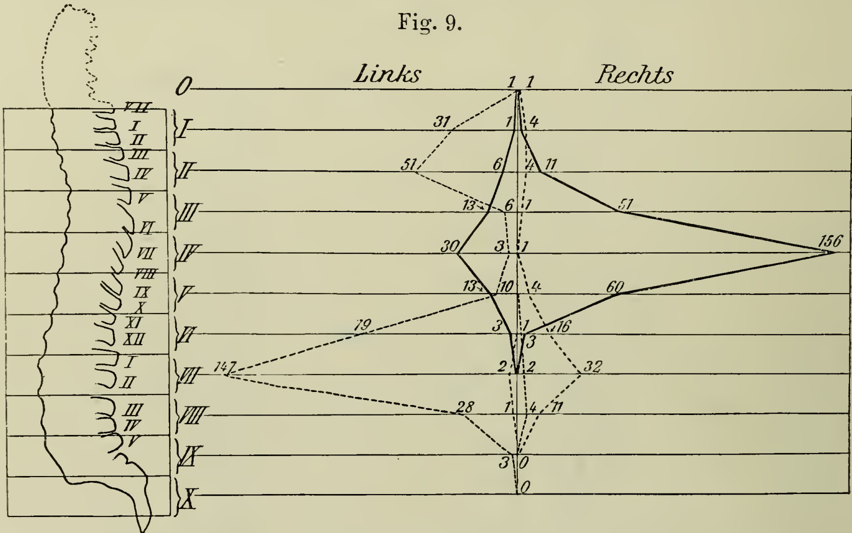


Graphische Statistik der Lumbodorsalskoliose.
——— = Einfache oder „Haupt"krümmungen. - - - - - = „Neben"krümmungen.
Die Statistik der Lumbodorsalskoliose unterscheidet sich von derjenigen der accidentellen Skoliosen durch ihre Asymmetrie.
Diese Asymmetrie wird von der untersten physiologischen Krümmung (a), der Scoliosis physiologica simplex, gebildet.

krümmungen eingetragen sind, so daß wir demnach annehmen dürfen, daß die einfache Dorsalskoliose gleich oft links- als rechtskonvex vorkommt. Diese Tatsache mag beim ersten Anblick Staunen erregen, weil ja doch in dem Obigen die auffällige Vorliebe des mittleren Dorsalteils der Wirbelsäule zur Abbiegung nach rechts als eine der drei — bisher bekannt gewordenen — Teilerscheinungen der physiologischen Skoliose beschrieben worden ist. Wir werden denn auch sofort dieser Vorliebe des mittleren Dorsalteils für die rechte Seite in einer anderen Statistik Schultheß' in ausgesprochenem Maße be-

gegnen (siehe Fig. 9); nur wird es sich dabei zeigen, daß der mittlere Dorsalteil diese Vorliebe nur aufweist bei Krümmungen, welche an andere — und zwar immer an linkskonvexe — Lumbodorsalkrümmungen gebunden sind, daß also alle rechtskonvexen Mediodorsalkrümmungen, welche öfter vorkommen als ihr Spiegelbild, von einer linkskonvexen Lumbodorsalkrümmung begleitet sind. Auf letzteres müssen wir später noch zurückkommen. Für den

Fig. 9.



Graphische Statistik der „komplizierten" „Dorsal"skoliose. (Nach Schultheß.)
——— = „Haupt"krümmungen. - - - - = „Neben"krümmungen.
Die Statistik der „komplizierten" „Dorsal"skoliose unterscheidet sich gleichfalls von derjenigen der accidentellen Skoliosen durch ihre Asymmetrie.
Diese Asymmetrie wird von den drei physiologischen Krümmungen (welche wir von unten nach aufwärts als a, b bzw. c bezeichnen) gebildet, und zwar in zwei Kombinationen, welche demnach als zwei klinische Formen der physiologischen Skoliose aufzufassen sind:
die Scoliosis physiologica triplex (a + b + c),
die Scoliosis physiologica duplex (a + b).
(Die mittlere Krümmung ist mit Unrecht als „Hauptkrümmung" in der Figur bezeichnet, weil sie — gleich wie die obere — in manchen klinischen Formen derselben (siehe Fig. 8) fehlt. Die unterste Krümmung fehlt in keiner physiologischen Skoliose, d. h. in keiner Skoliose mit asymmetrischer Statistik. Sie ist demnach die Hauptkrümmung.)

Augenblick mag dies dem Leser gleichgültig bleiben und wollen wir nur darauf hinweisen, daß der mittlere Dorsalteil gesondert — d. h. als einfache Krümmung — gleich oft nach links als nach rechts abgebogen erscheint. — Und das gleiche gilt ceteris paribus für den Dorsocervikalteil der Wirbelsäule: Bei Schultheß' 1137 Patienten fand sich die einfache Dorsocervikalskoliose 9mal rechts- und 9mal linkskonvex vor[1]). Zwar besteht — wie in dem Obigen erörtert ist

[1]) Siehe Schultheß, Joachimsthals Handbuch, l. c., S. 809.

(siehe S. 3 ff.) — auch in dieser Höhe der Wirbelsäule eine ausgesprochene Neigung zur Asymmetrie, und zwar eine Vorliebe zur Abbiegung nach links, welche wir gleichfalls als eine Teilerscheinung der physiologischen Skoliose kennen gelernt haben; aber diese ist — wie aus dem nachfolgenden des näheren hervorgehen wird — (siehe Fig. 9) gebunden an andere Krümmungen, und zwar an rechtskonvexe Mediodorsal- samt linkskonvexen Lumbodorsalkrümmungen; mit anderen Worten, jede linkskonvexe Cervikodorsalskoliose, welche öfter vorkommt als ihr Spiegelbild, ist gebunden an eine rechtskonvexe Mediodorsal- und eine linkskonvexe Dorsolumbalkrümmung. Auch hierauf kommen wir später noch zurück. Für den Augenblick wollen wir nur betonen, daß drei klinische Skoliosenformen, welche in verschiedener Höhe der Wirbelsäule gelagert sind, gleich oft links- als rechtskonvex vorkommen, d. h. daß die Lumbalskoliosen (siehe Fig. 6), die einfachen Dorsalskoliosen (siehe Fig. 7) und die einfachen Cervikodorsalskoliosen (siehe S. 38) eine symmetrische Statistik aufweisen, somit nicht an der Bildung der asymmetrischen Ausbuchtungen der Sammelstatistik beteiligt sind. Es beweist dies mithin, daß die Asymmetrie der Statistik keineswegs eine integrierende oder essentielle Eigenschaft aller Skoliosenformen ist.

Aus den übrigen Sonderstatistiken Schultheß' läßt sich nunmehr entnehmen, welche klinischen Skoliosenformen — im Gegensatz zu den oben erwähnten — die asymmetrischen Ausbuchtungen der Sammelstatistik (siehe Fig. 5) zusammensetzen. Sie sind — wie schon oben bemerkt (vgl. S. 35) — nur Kombinationen der drei typischen Krümmungen, welche wir als „physiologische" beschrieben (siehe S. 6) und von unten nach aufwärts mit den Buchstaben a, b, c (siehe S. 36) bezeichnet haben.

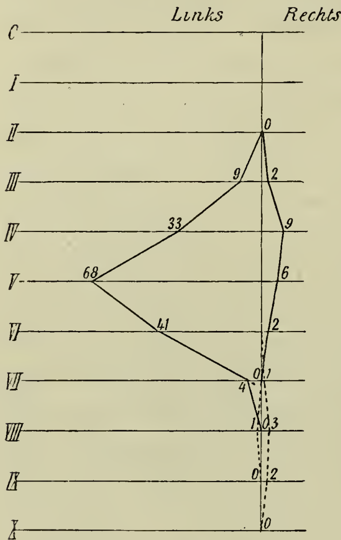
In der Fig. 8 zeigt sich, daß die linkskonvexe Lumbodorsalskoliose etwa 5mal so oft als ihr Spiegelbild vorkommt. Sie entspricht den untersten der physiologischen Krümmungen (a).

In Fig. 9, der Statistik der „komplizierten" „Dorsal"skoliose, ist die Asymmetrie in gleicher Weise auffällig; und die asymmetrischen Ausbuchtungen derselben werden — wenn nicht ausschließlich, dennoch vorwiegend — von den drei physiologischen Krümmungen a, b und c gebildet. Es finden sich (51 + 156 + 60 = 267 rechtskonvexe Dorsalkrümmungen mit (10 + 79 + 147 + 28 + 3 =) 267 niedriger gelegenen Gegenkrümmungen vor. Die Zahl der obersten, der cervikodorsalen Krümmungen, ist aber eine viel geringere und

reicht demnach nicht hin, um sämtliche mittleren und unteren Krümmungen zu begleiten. Es wird demnach die Asymmetrie dieser Statistik vorwiegend von den Formen (a + b) und (a + b + c) gebildet.

Die vierte und letzte klinische Skoliosenform, welche an der Asymmetrie der Sammelstatistik beteiligt ist, ist die linkskonvexe Totalskoliose (siehe Fig. 10), welche sich etwa 10mal so oft wie die rechtskonvexe zeigt. Hier ist die Asymmetrie sogar am ausgesprochensten, und es liegt auf der Hand, diese, gleich wie die übrigen Asymmetrien, einer Kombination der physiologischen Krümmungen zuzuschreiben. In der Tat werden wir im Nachstehenden (siehe S. 93) Gründe für die Annahme vorführen, daß die linkskonvexe Totalskoliose der Form a + b + c entspricht, in der die mittlere Krümmung b klein ist oder ganz fehlt und somit als die S. 34 theoretisch erörterte Möglichkeit, die Form a + c der physiologischen Skoliose, aufgefaßt werden muß.

Fig. 10.

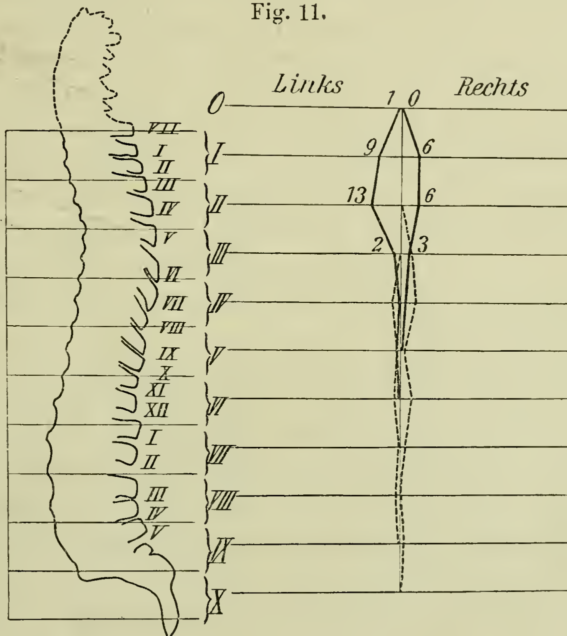


Graphische Statistik der Totalskoliose. (Nach Schultheß.)
——— = einfache oder „Haupt“-krümmungen.
------- = „Neben“krümmungen.
Die linkskonvexe Totalskoliose weist manchmal Zeichen einer rechtskonvexen mediodorsalen Krümmung auf. (Siehe S. 93.)
Sie ist die vierte und letzte klinische Skoliosenform, welche sich an der Asymmetrie der Statistik beteiligt. Aus diesen Gründen ist die linkskonvexe Totalskoliose als die vierte und letzte Form der physiologischen Skoliose zu betrachten,
die Scoliosis physiologica totalis sinistra (a + c).

Ueberblicken wir die obigen Betrachtungen, so ergibt sich, daß gewisse Skoliosenformen eine vollkommen symmetrische Statistik aufweisen, und daß die Asymmetrie in der Statistik der übrigen Skoliosenformen — wenn nicht ausschließlich, so doch sicher zum weitaus größten Teil — den physiologischen Skoliosen beizumessen ist. Es stellen sich m. a. W. die asymmetrischen Auswüchse der Skoliosenstatistik im großen und ganzen als eine physiologische Erscheinung dar, indem der übrige Teil der Statistik, der symmetrische Ueberrest, von anderen, nicht-physiologischen Skoliosen gebildet erscheint. Und dies kann uns wohl nicht wundernehmen. Es ließe sich ja von vornherein erwarten, daß die zufälligen — es sei denn von innen oder von außen her — auf die Wirbelsäule einwirkenden Kräfte gleich oft nach links und nach rechts gerichtet seien.

Es liegt m. a. W. die Annahme ohne weiteres auf der Hand, daß die von diesen — d. h. den accidentellen — Kräften verursachten Skoliosen gleich oft nach links als nach rechts abgebogen erscheinen. Es haben denn auch — wie aus dem vorigen Kapitel hervorging — alle Untersucher, welche die vorwiegende Frequenz gewisser Krümmungen bemerkten, dieselben ohne weiteres inneren,

Fig. 11.



Graphische Statistik der Cervikodorsalskoliose. (Nach S c h u l t h e ß.)

——— = Einfache oder „Haupt“krümmungen. --------- = „Neben“krümmungen.

Die auffällige Asymmetrie fehlt in der Statistik der Cervikodorsalskoliose.

Die einfache Cervikodorsalskoliose kommt gleich oft links- als rechtskonvex vor. Die obere physiologische Krümmung c kommt demnach (gesondert) klinisch nicht als physiologische Skoliose vor.

Die linkskonvexe Cervikodorsalskoliose in Vereinigung mit der rechtskonvexen Mediodorsalskoliose kommt bei S c h u l t h e ß' 1137 Patienten nicht — oder sonst nur in höchstens drei Fällen — öfter vor als ihr Spiegelbild. Wenn man von diesen 0 bis 3 Fällen absehen darf, kommen mithin die beiden oberen physiologischen Krümmungen (b und c) zusammen klinisch nicht als physiologische Skoliose vor.

physiologischen, asymmetrisch wirkenden Kräften zugeschrieben. Und dieses, nur präziser ausgedrückt, heißt, daß zufällige oder accidentelle Skoliosenursachen eine symmetrische Skoliosenstatistik bewirken, und daß die Asymmetrie der Skoliosenstatistik von asymmetrischen, inneren oder physiologischen Kräften herrührt. Nennen wir nun — in Nachfolge von B o u v i e r — die ersteren „accidentelle Skoliosen“, so folgen wir also den Fußspuren unserer Vorgänger in der

Annahme: „die accidentellen Skoliosen haben eine symmetrische Statistik; und die Asymmetrie der Skoliosenstatistik wird von physiologischen Skoliosen gebildet". Nur tun wir dies mit besseren Gründen als unsere Vorgänger und schärfer abgefaßt, indem wir uns bewußt bleiben, daß weitere Nachforschungen möglicherweise gewisse Ausnahmen zu dieser Grundregel zur Deutung der Skoliosenstatistik werden erbringen können.

Es wird nun unschwer sein, die am Anfang dieses Kapitels gestellte Frage zu beantworten, nämlich: Welche der sieben theoretischen Möglichkeiten (a; b; c; a + b; a + b + c; a + c; b + c) kommen als klinische Formen der physiologischen Skoliose vor? — Der mittleren Krümmung b begegneten wir gesondert nicht öfter als ihrem Spiegelbild. Die einfache rechtskonvexe Mediodorsalskoliose ist demnach keine Form der physiologischen Skoliose, und zwar — wie gesagt — weil sie nicht öfter vorkommt als ihr Spiegelbild.

Das gleiche gilt — wie wir ersahen — für die obere Krümmung c (siehe S. 38).

Fernerhin mag die graphische Statistik der Cervikodorsalskoliosen in Fig. 11 erläutern, daß auch die Kombination der beiden oberen Krümmungen b + c nicht oder kaum öfter vorkommt als ihr Spiegelbild [1]). In diesen drei Fällen gibt es klinisch kein Ueberwiegen der in Rede stehenden Skoliosenformen über ihr Spiegelbild; und somit keinen Grund für die Annahme asymmetrisch wirkender physiologischer Kräfte.

Drei von den sieben theoretischen Formen kommen mithin klinisch nicht als physiologische Skoliosen vor. Die vier übrigen Formen hingegen, die Formen a, a + b, a + b + c, und a + c haben nicht nur einen Anteil an der Asymmetrie der Skoliosenstatistik, sondern sie setzen dieselbe im großen und ganzen zusammen, indem keine andere Skoliosenform daran wesentlich beteiligt ist. Es wird also die Asymmetrie der Skoliosenstatistiken Schultheß' von vier klinischen Formen der Skoliose gebildet, welche nur verschiedene Kombinationen der drei typischen „physiologischen" Krümmungen sind. Deshalb müssen diese als die vier klinischen Formen der physiologischen Skoliose

[1]) Zwar weist dieselbe eine leichte Asymmetrie auf, welche für ein geringfügiges Ueberwiegen der Form b + c über ihr Spiegelbild zu sprechen scheint; betrachtet man aber die originelle Schultheßsche Figur (S. 853 Joachimsthals Handbuch, Bd. 1, 2. Abt), nach der die unserige verkleinert ist, so zeigt sich, daß ihre Zahl höchstens drei beträgt — ein Quantum, das wir angesichts der Größe der übrigen Asymmetrien einstweilen außer Betracht lassen dürfen.

aufgefaßt werden und zwar als einfache, doppelte, dreifache bzw. linkstotale physiologische Skoliose oder auch

a	als Scoliosis	physiologica	simplex,
a + b	„	„	„	duplex,
a + b + c	„	„	„	triplex,
a + c	„	„	„	totalis (sinistra).

Im Nachstehenden wird es sich aus näher zu erörternden Gründen nützlich erweisen, einstweilen die ersteren drei Formen (a, a + b, a + b + c), als die typischen Formen, von der letzteren (a + c), als der atypischen Form der physiologischen Skoliose, zu trennen.

Wenn auch genauere statistische Angaben dartun werden, daß außer den oben genannten vier Skoliosenformen noch andere einen Anteil haben in der Asymmetrie der Statistik, so ist es dennoch sicher, daß die überwiegende Mehrzahl derselben diesen vier Kombinationen der physiologischen Krümmungen zufällt.

Aus der Tatsache, daß in diesen Kombinationen die unterste der drei Krümmungen sich immer vorfindet, so daß die beiden andern — die mittlere sowie die oberste — von der untersten abhängig, an dieselbe gebunden erscheinen, daß also die Anwesenheit der untersten physiologischen Krümmung eine conditio sine qua non für das Vorhandensein der beiden andern ist, ergibt sich, daß die unterste der drei physiologischen Krümmungen die primäre Krümmung ist, die mittlere und die obere hingegen als sekundäre Krümmungen zu betrachten sind. M. a. W. dort, wo — cf. Fig. 1 — die drei Krümmungen zusammen — also als dreifache physiologische Skoliose — vorkommen, sind sie nicht als eine „komplizierte" „Dorsal"skoliose (vgl. Fig. 9), sondern als eine „komplizierte" Lumbodorsalskoliose zu betrachten. Und diese Tatsache weist darauf hin, daß die asymmetrisch wirkende Kraft, welche zur Entstehung der physiologischen Skoliosen Veranlassung gibt, in dem Scheitelpunkt der untersten Krümmung, d. h. auf der lumbodorsalen Grenze der Wirbelsäule ihren Angriffspunkt hat.

Der Grund, weshalb die drei Krümmungen von früheren Untersuchern nach der mittleren benannt wurden, findet sich in der klinischen Tatsache, daß die mittlere Krümmung durchweg die größte, die am meisten auffallende und entstellende ist und überdies die ausgesprochenste Neigung zur Vergrößerung aufweist. In praktischem Sinne — für den Patienten sowie für den Arzt — ist sie also die vornehmste, sind die beiden andern zumeist von untergeordneter Bedeutung und ist die Unterscheidung zwischen „Haupt-" und

„Neben“krümmungen vollkommen berechtigt [1]). In theoretischem, ätiologischem Sinne aber soll dieselbe von dem Begriff der „primären“ und „sekundären“ Krümmungen begreiflicherweise scharf getrennt werden. — Später, bei der Erklärung der Erscheinungen, werden wir dartun, daß in der Tat an der Stelle der untersten Krümmung die asymmetrischen physiologischen Kräfte angreifen, und daß die ausgesprochene Neigung der mittleren Krümmung zur Vergrößerung von andern als diesen ätiologischen Momenten abhängig ist. Wie dem sei, mag aber einstweilen dahingestellt bleiben. Vorderhand — und zwar im nächsten Kapitel — begnügen wir uns damit, die Unterscheidung zwischen „Haupt-“ und „Neben“krümmung zu unterlassen und beide kurzweg als „Krümmungen“ zu verzeichnen — was ja doch allerdings den Tatsachen entspricht.

B. Die gegenseitige Frequenz der vier klinischen Formen der physiologischen Skoliose.

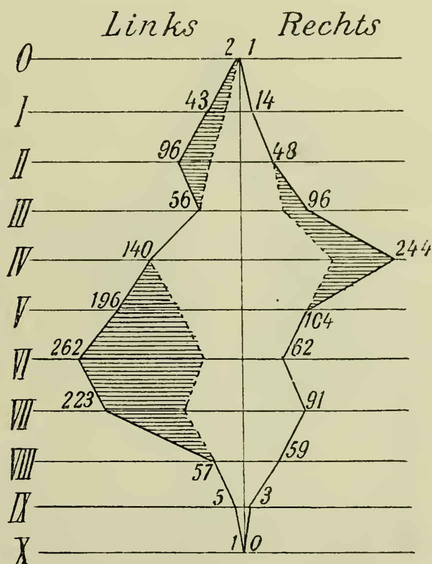
Die Tatsache: 1. daß gewisse Skoliosenformen eine symmetrische Statistik aufweisen und 2. daß die asymmetrischen Auswüchse der Skoliosenstatistik im großen und ganzen von Kombinationen physiologischer Krümmungen herrühren, lieferten im vorhergehenden Kapitel eine Bestätigung der intuitiven Gründe, welche alle früheren Untersucher dazu geführt haben, die typische Asymmetrie ihrer weniger genauen Skoliosenstatistiken asymmetrisch wirkenden physiologischen Kräften zuzuschreiben, und somit stillschweigend den übrigen — nicht physiologischen — wenn man will „accidentellen“ Skoliosen eine symmetrische Statistik beizumessen. Wenn wir einen Augenblick annehmen, daß diese Auffassung ganz genau der Wirklichkeit entspricht, so läßt sich aus den Schultheßschen Statistiken ein Hinweis entnehmen für die gegenseitige Frequenz der verschiedenen Formen der physiologischen Skoliose. Wir wollen solches in diesem Kapitel tun. Wir weisen aber nachdrücklich darauf hin, daß diese Hypothese nicht mehr als in groben Zügen den Tatsachen entspricht, so daß die Ergebnisse, welche wir durch ihre Anwendung

[1]) In diesem Sinne hat Schultheß die Trennung in „Haupt“- und „Neben“krümmungen zweifelsohne gemeint, indem er angibt, er habe nicht feststellen können, „wieviele der fertigen Dorsalskoliosen“ aus einer primären Dorsal- und wieviele aus einer primären Lumbodorsalskoliose hervorgegangen sind. Siehe Schultheß, Ueber die Prädilektionsstellen der skoliotischen Abbiegungen. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 10, S. 792.

sammeln, nur als eine Annäherung an den wahren Sachverhalt erachtet werden dürfen.

In Fig. 12 sind sodann die nach rechts gerichteten 104, 62 bzw. 91 Krümmungen auf der V., VI. bzw. VII. Linie der untersten physiologischen Krümmung entgegengesetzt, somit nicht von physiologischen, sondern von accidentellen Kräften verursacht. Auf diesen Linien kommt, der obigen Annahme gemäß, eine gleich große Zahl accidenteller Krümmungen nach links gerichtet vor. Ziehen wir dieselben nun von den 196, 262 bzw. 223 linkskonvexen Krümmungen auf diesen Linien ab, so gibt das schraffierte Feld daselbst ein Bild von der Zahl der untersten der physiologischen Krümmungen. Tun wir das gleiche ~~ceteris paribus~~ in bezug auf die beiden obersten physiologischen Krümmungen, so zeigt sich das untere Feld am größten, das oberste am kleinsten, was besagt, daß die Zahl der physiologischen Krümmungen von unten nach oben hin abnimmt — wie dies auch aus dem vorigen Kapitel schon hervorging. Das nicht schraffierte Gebiet, also dasjenige der accidentellen Skoliosen, weist dagegen die größte Zahl der Krümmungen in der Mitte der Wirbelsäule auf; es nehmen also dieselben von dort nach oben sowie nach unten hin an Frequenz ab. Zwar gibt es zwei Stellen — auf der III. und VI. Linie, d. h. bei dem 6. und dem 12. Brustwirbel —, wo die Wirbelsäule teilweise geschützt erscheint gegen accidentelle Krümmungen. Dieses wollen wir hier aber außer acht lassen und nur hinweisen auf den Unterschied zwischen den physiologischen Krümmungen, welche von unten nach oben an Frequenz abnehmen, und den accidentellen Krümmungen, in bezug auf welche die Wirbel-

Fig. 12.

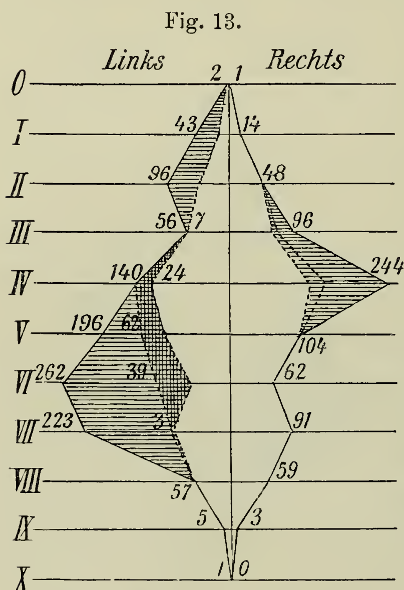


Graphische Statistik, welche die Stelle und die Richtung von 1808 Krümmungen bei 1137 Patienten angibt. (Vergl. Fig. 5.)
Die asymmetrischen Auswüchse (= die schraffierten Gebiete) der Statistik werden von den physiologischen Skoliosen zusammengesetzt. Die accidentellen Skoliosen kommen gleich oft links- und rechtskonvex vor.

säule sich mehr als ein lebloser Stab verhält, welcher sich gleichfalls in seiner Mitte am öftesten abbiegen wird. (Vgl. S. 3.) In dem zweiten Abschnitt dieser Abhandlung wird dieser Unterschied sich ohne weiteres aufklären.

Vermindert man nun das untere der drei Felder der Fig. 12 um die physiologischen Totalskoliosen — d. h. um die Zahl, um welche die linkskonvexen Totalskoliosen die rechtskonvexen übersteigen — also um (9 — 2 + 33 — 9 + 68 — 6 + 41 — 2 + 4 — 1 =) 135 (siehe Fig. 11), so bleibt dennoch das untere der schraffierten Gebiete am größten (siehe Fig. 13), das obere am kleinsten. Was aus dem vorigen Kapitel hervorging, stellt sich somit auch hier heraus, nämlich, daß die physiologische Skoliose nicht immer vollständig ist, nicht immer aus drei Krümmungen besteht: Die Zahl der obersten Krümmungen reicht ja nicht hin, um eine jede der mittleren mit einer Krümmung zu begleiten; und das gleiche gilt für diese beiden in bezug auf die unterste der drei physiologischen Krümmungen [1]).

Fig. 13.



Graphische Statistik der Fig. 5 und 12. In obiger Figur ist auch die Asymmetrie der Statistik der Totalskoliosen in Betracht gezogen. Sie gibt deshalb genauer als Fig. 12 die Gebiete der physiologischen Skoliosen an.

▤ = die drei typischen physiologischen Krümmungen.

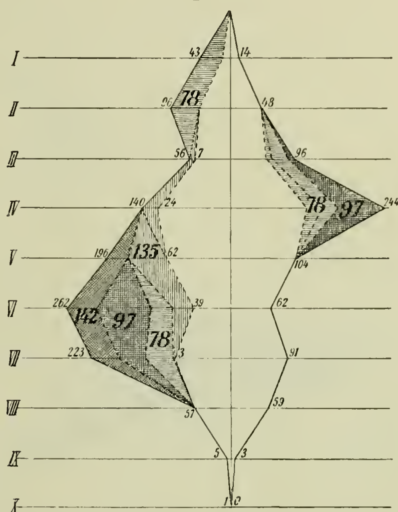
▦ = die atypische (die linkskonvexe Totalskoliose).

In dem vorigen Kapitel haben wir dargetan, daß die Asymmetrie der Sammelstatistik von dieser atypischen oder linkstotalen Form (a + c) samt den drei typischen Formen, der einfachen (a), doppelten (a + b) und dreifachen (a + b + c) — wenigstens größtenteils — gebildet wird. Subtrahieren wir nunmehr von den beiden unteren schraffierten Feldern

[1]) Daß die Scheitel von einigen — 24 bzw. 7 — der physiologischen Totalskoliosen über das Gebiet der untersten physiologischen Krümmung hinausragt bis zur IV. bzw. III. Linie, und dadurch die Zahl der mittleren physiologischen (also rechtskonvexen) Krümmungen in der Fig. 13 etwas größer erscheint als in der Fig. 12, bringt in unsere Betrachtungen keine wesentliche Aenderung.

der typischen Formen in Fig. 13 die Zahl der obersten, d. h. (2 — 1 + 43 — 14 + 96 — 48 =) 78 Krümmungen, und nachher vom untersten Feld die überbleibende Zahl der mittleren, also (96 — 56 + 7 + 244 — 140 + 24 =) 97 Krümmungen, so geben die Zahlen 142, 97 und 78 annähernd einen Begriff von der Frequenz, mit welcher die einfache, doppelte und dreifache physiologische Skoliose, d. h. die typischen Formen a, a + b, a + b + c vorkommen. — Fig. 14 stellt diese Verhältnisse am Schultheßschen Material übersichtlich dar.

Fig. 14.



Graphische Statistik der Fig. 5 (12 und 13), welche annähernd das Frequenzverhältnis der vier klinischen Formen der physiologischen Skoliose (im Schultheßschen Material) angibt.

Die dreifache physiologische Skoliose (a + b + c) ▤ kommt 78mal vor,
die doppelte physiologische Skoliose (a + b) ▦ kommt 97mal vor,
die einfache physiologische Skoliose (a) ▩ kommt 142mal vor,
die linkstotale physiologische Skoliose (a + c) |||| kommt 135mal vor.

Etwas genauer vielleicht finden wir das Frequenzverhältnis der drei typischen Formen, wenn wir die drei Sonderstatistiken, in denen ihre Asymmetrie enthalten ist, nämlich die der Lumbodorsalskoliosen (Fig. 8), der „komplizierten" Dorsalskoliosen (Fig. 9) und der Dorsocervikalskoliosen (Fig. 10) in eine Tabelle unterbringen. Diese Vereinigung findet sich in der Fig. 15.

Fig. 15 enthält somit alle Krümmungen, welche zur Asymmetrie der Sammelstatistik Fig. 5 (Fig. 12, 13 und 14) einen Beitrag geliefert haben — außer den Totalskoliosen und einigen Krümmungen, welche auf Schultheß den Eindruck von Lumbalskoliosen (Fig. 6) und einfachen Dorsalskoliosen (Fig. 7) gemacht haben, obgleich ihr Krümmungsscheitel auf den typischen Stellen in der Wirbelsäule gelagert war. Hier finden wir sodann:

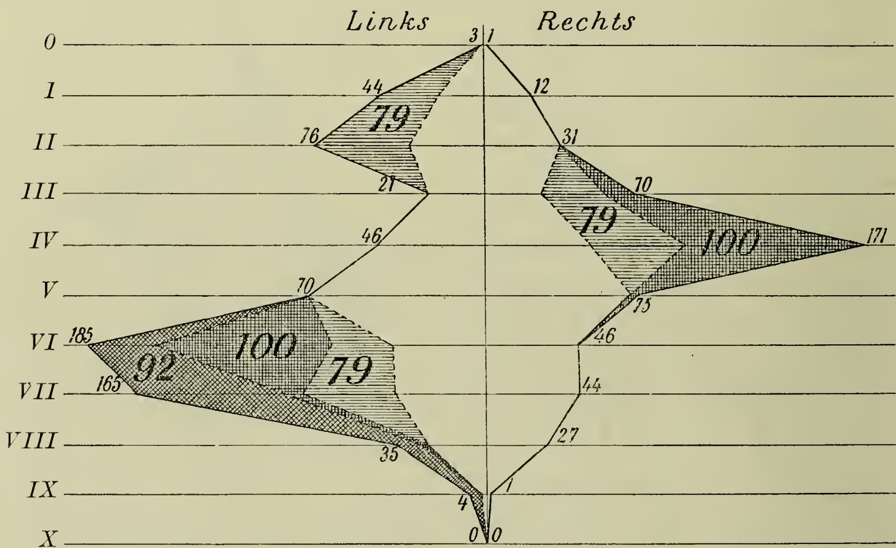
die obere der drei Krümmungen : 3 — 1 + 44 — 12 + 76 — 31 = 79mal; gegen
„ mittlere „ „ „ : 70 — 21 + 171 — 46 + 75 — 70 = 179mal; und
„ untere „ „ „ : 185 — 46 + 165 — 44 + 35 — 27 + 4 — 1 = 271mal.

Mit anderen Worten: Wir finden hier die drei Krümmungen zusammen (a + b + c) 79mal, die beiden untersten zusammen

(a + b) (179 — 79 =) 100mal, die unterste allein (a) (271 — 179 =) 92mal.

Die dreifache und die doppelte Form finden wir somit (Fig. 15) in dieser Weise ebenso oft als in der Sammelstatistik der Fig. 14. Die unterste finden wir 53mal weniger. Diese 53 Krümmungen finden wir in den Fig. 6 und 7 (den Statistiken der Lumbal- und der einfachen Dorsalskoliosen) wieder. Sie sind aber teilweise an

Fig. 15.



Frequenzverhältnis der drei Formen der physiologischen Skoliose (im Schultheßschen Material).

Alle asymmetrischen Statistiken außer derjenigen der Totalskoliose sind in dieser Figur untergebracht, nämlich diejenige der Lumbodorsalskoliosen (Fig. 8), diejenige der „komplizierten“ „Dorsal“skoliosen (Fig. 9) und diejenige der Cervikodorsalskoliosen (Fig. 11).

Die Scoliosis physiologica triplex (a + b + c) kommt hierin 79mal vor,
die „ „ duplex (a + b) „ „ 100mal, und
die „ „ simplex (a) „ „ 92mal vor.

Die drei typischen Formen der physiologischen Skoliose kommen somit im Schultheßschen Material in annähernd gleicher Frequenz vor.

andere Krümmungen gebunden und können somit sicher nicht alle als Scoliosis physiologica simplex aufgefaßt werden. Deshalb ist die Zahl der einfachen physiologischen Skoliosen in der Fig. 14 zu groß, in der Fig. 15 wahrscheinlich zu klein.

Sehen wir aber von Kleinigkeiten ab, so gehen wir sicher nicht weit fehl in der Annahme, daß die vier Formen der physiologischen Skoliose im Schultheßschen Material eine annähernd gleiche Frequenz aufweisen.

Auf noch eine charakteristische Erscheinung der physiologischen Skoliose müssen wir hinweisen, nämlich auf die hohe Frequenz der „Neben"krümmungen, wodurch dieselbe sich von allen übrigen Skoliosen auszeichnet.

Die unterste Krümmung fand sich 271 bis 320mal vor, hingegen die beiden anderen (78 + 175 =) 253 bis (79 + 179 =) 258mal. Die unterste Krümmung ist somit in (253 : 320 × 100 =) 79 Proz. zu (258 : 271 × 100 =) 95 Proz. der Fälle von einer Nebenkrümmung begleitet. — Vergleicht man hiermit die Frequenz der Nebenkrümmungen der (niedriger in der Wirbelsäule gelagerten) Lumbalskoliose, welche (siehe Fig. 6) auf 134 Hauptkrümmungen 71, d. h. 53 Proz., Nebenkrümmungen zeitigt, so stellt sich die hohe Frequenz der Nebenkrümmungen als eine charakteristische Erscheinung der physiologischen Skoliosen heraus. — Dieselbe erfordert die Annahme von Kräften, welche beim Zustandekommen der Nebenkrümmungen der Lumbalskoliosen nicht, oder in geringerem Maße, in Wirkung kommen. — Weist also die Anwesenheit der untersten physiologischen Krümmung in den verschiedenen Formen der physiologischen Skoliose darauf hin, daß die asymmetrische ursächliche Kraft auf der dorsolumbalen Grenze ihren Angriffspunkt hat, so macht es die hohe Frequenz der „Neben"krümmungen wahrscheinlich, daß ein Teil dieser Kraft nach dem mittleren bzw. oberen Brustteil fortgepflanzt wird.

Man könnte uns anläßlich des Inhalts der beiden letzten Kapitel den Vorwurf machen, daß wir statistischen Angaben einen zu großen Wert beilegen. Deshalb müssen wir daran erinnern, daß die Kenntnis der physiologischen Skoliose, welche die Orthopädie bisher erbracht hat, in ihrem Wesen nur das Ergebnis statistischer Angaben ist. Als die alten Anatomen für die Anwesenheit einer rechtskonvexen Dorsalkrümmung in der Mehrzahl der normalen Wirbelsäulen asymmetrisch wirkende physiologische Kräfte verantwortlich machten, geschah dies auf Grund einer weniger genau zusammengesetzten Statistik, in welcher also diese rechtskonvexen Mediodorsalkrümmungen ein Ueberwiegen über ihr Spiegelbild aufweisen. Erst später, als die Kliniker die links- und die rechtskonvexen Skoliosen zu zählen anfangen, bekommt die Statistik und ihre Asymmetrie eine mehr sichtbare Form. Der Gedanke an asymmetrische physiologische Kräfte ist somit wachgerufen durch Asymmetrie in der Statistik; und der Name „physiologische" Skoliose gründet sich nur auf

das numerische Ueberwiegen bestimmter Krümmungen in bezug auf ihr Spiegelbild. Für das nähere Studium der physiologischen Skoliose sind wir deshalb auf das nähere Studium der Asymmetrien in der Statistik angewiesen. Mit der Untersuchung der Zusammensetzung der Asymmetrie der Skoliosenstatistik in den beiden letzten Kapiteln haben wir also den einzig offenen Weg betreten, welcher zur Kenntnis der Frequenzverhältnisse der physiologischen Skoliosen in bezug auf andere — accidentelle — Skoliosen, sowie der physiologischen Skoliosen unter sich, führt. Die alten Anatomen und Kliniker haben denselben angebahnt, wir haben ihn nur schärfer abgegrenzt. Daß wir dabei die Statistiken Schultheß' benutzt haben, bedeutet nur, daß wir Ergebnisse verwendet haben, für deren Zuverlässigkeit der Name dieses Skoliosenforschers bürgt, und welche von einer Genauigkeit und einem Umfang sind, die alle anderen bisher veröffentlichten Skoliosenstatistiken — soviel uns bekannt — weithin übersteigen. Und wenn auch spätere Statistiken manche Einzelheit genauer werden angeben können — z. B. den Scheitelpunkt der Krümmungen (indem die Tabellen nicht in zehn Teile, sondern in eine der Wirbel und Zwischenwirbelscheiben entsprechende Zahl Abschnitte eingeteilt werden) —, so berechtigen uns nichtdestoweniger die Statistiken Schultheß' zur Annahme, daß die physiologische Skoliose sich durch drei Kardinalsymptome von den übrigen — den nicht-physiologischen oder accidentellen — Skoliosen unterscheidet, nämlich durch:

I. die Konstanz ihrer Stelle (in der Wirbelsäule) und Richtung;
II. das primäre Auftreten der untersten;
III. die hohe Frequenz der „Neben"krümmungen, (d. h. der beiden obern Krümmungen in bezug auf die untere).

Im nachfolgenden Kapitel wollen wir nunmehr die bestehenden Hypothesen und Theorien an diesen drei Kardinalsymptomen der physiologischen Skoliosen prüfen.

IV. Kritik zu den bestehenden Hypothesen und Theorien.

Die verschiedenen Einwände, welche im Laufe der Zeiten gegen die verschiedenen im zweiten Kapitel erörterten Hypothesen und Theorien erhoben worden sind, sollen der Kürze halber hier nicht erwähnt werden; diejenigen, welche für endgültig erachtet werden konnten, wurden in der „Geschichte der physiologischen

Skoliose“ schon angeführt; und bezüglich der übrigen darf wohl auf die Literatur verwiesen werden [1]. — Nur diejenigen Theorien, welche sich bisher aufrecht erhalten haben, sollen einer näheren Betrachtung unterzogen und an den drei Kardinalsymptomen der physiologischen Skoliose geprüft werden, welche sich aus dem vorigen Kapitel ergaben. Und wenn wir imstande sein sollten, die Unhaltbarkeit bzw. die Unzulässigkeit einer Anzahl Theorien darzutun, so werden wir auch dieses wiederum den wertvollen Ergebnissen des Schultheßschen Materials verdanken.

An erster Stelle folge sodann dic Aortatheorie von Sabatier: Die Tatsache, daß die rechtskonvexe Dorsalskoliose als einfache Krümmung sich nicht öfter zeigt als die linkskonvexe (vgl. Fig. 7), macht diese Theorie unhaltbar. Wäre die linkseitige Lage der Aorta die Ursache der physiologischen Skoliose, so müßte ja doch die einfache rechtskonvexe Dorsalskoliose sich öfter zeigen als ihr Spiegelbild.

Das gleiche gilt nicht nur für die Hypothese Cheseldens, welche Herz und Aorta zusammen für die rechtskonvexe Dorsalskoliose verantwortlich macht, sondern auch für alle Theorien, welche die rechtskonvexe Dorsalskoliose als die einzige physiologische Krümmung zum Ausgangspunkt haben.

Die Rechtshändigkeitstheorie von Bichat und Béclard, derzufolge das frequente nach links Hinüberbiegen des oberen Rumpfabschnittes bei den kräftigeren Bewegungen der rechten Hand die rechtskonvexe Dorsalskoliose veranlassen soll, fällt weg, weil sie sich auf der falschen Vorstellung gründet, daß die rechtskonvexe Dorsalkrümmung, gesondert, öfter vorkommt als ihr Spiegelbild.

Auch die Aequilibrierungstheorien von Desruelles, Struthers und Meyer, nach denen das größere Gewicht der rechts gelagerten Leber die Veranlassung sein sollte, daß sich der obere Brustteil nach der linken Seite abbiege, welche also gleichfalls die rechtskonvexe Dorsalkrümmung als die einzige Krümmung, d. h. als die physiologische Skoliose betrachtet — auch sie fällt weg angesichts der unleugbaren Tatsache, welche unsere Fig. 7 der Schulteßschen Statistik vor Augen führt.

Aus demselben Grunde werden die Rippentheorien hinfällig. Es sei denn, daß man mit Stromeyer, Werner und Heath die Rippen unter dem Einfluß der Rechtshändigkeit, oder mit Hueter

[1] Siehe z. B. Péré, l. c.

durch die Asymmetrie in ihrem Wachstum ihre asymmetrische Wirkung auf die Wirbelsäule ausüben lassen will; sie alle versuchen eine Tatsache zu erklären, welche nicht besteht, nämlich eine selbständige oder primäre Neigung zur Asymmetrie im Dorsalteil der Wirbelsäule.

Auch die Aortatheorie Bouviers, welche zwei physiologische Krümmungen in Betracht zieht und die dorsale Krümmung als die primäre darstellt, ist aus demselben Grunde unhaltbar.

Ja sogar die Theorie Schultheß', welche die drei Krümmungen anerkennt, von denen die unterste und die oberste durch die Rechtshändigkeit, die mittlere durch die Aorta veranlaßt werden sollte, läßt sich bei dieser Erwägung nicht aufrecht erhalten.

Die Aorta, das Herz, die Rippen und die Rechtshändigkeit wirken nicht — ebensowenig als jeder andere Einfluß — direkt auf den mittleren Dorsalteil der Wirbelsäule ein, um demselben eine Neigung zu erteilen zur Abbiegung nach der rechten Seite hin; es liegt hier keine selbständige oder auch primäre Neigung zur Asymmetrie vor und deshalb ebensowenig eine daselbst direkt angreifende asymmetrische Kraft.

Aus dem vorigen Kapitel läßt sich entnehmen, daß die physiologische, asymmetrische Kraft den unteren Brustteil primär nach links richtet, diesem Punkte eine selbständige Asymmetrie erteilt (die einfache linkskonvexe Lumbodorsalskoliose kommt öfter — etwa 4—5mal — vor als die rechtskonvexe), um von da an — es sei denn mit verringerter Stärke — nach oben hin fortgepflanzt zu werden, so daß einerseits die unterste Krümmung viel öfter vorkommt als die höher gelagerte, aber anderseits viel öfter von Nebenkrümmungen begleitet ist als alle übrigen Skoliosenformen (siehe Fig. 12 u. 13, S. 45 u. 46; vgl. auch Kapitel III, S. 49).

Auch Shaws Theorie des schiefgestellten Beckens läßt sich widerlegen: Eine schiefe Haltung des Beckens führt zu Lendenskoliosen oder sogar zu niedriger gelagerten Knickungen im Bereiche der sakrolumbalen Grenze[1]) — nicht zu dorsolumbalen Krümmungen. Ueberdies bilden die Lendenskoliosen eine symmetrische Statistik; sie sind von einer viel geringeren Zahl Nebenkrümmungen begleitet als die physiologischen Skoliosen. Die Schiefstellung des Beckens ist somit nicht die Ursache der Dorsolumbalskoliosen, viel weniger die der Asymmetrie in deren Statistik; sie ist für die Er-

[1]) Vgl. Schultheß, Joachimsthals Handbuch, S. 975.

klärung der großen Anzahl „Neben"krümmungen, welche die unterste der physiologischen Krümmungen begleiten, unzulänglich.

Auch die Theorie Pérés, welche die unterste der Krümmungen der Schiefstellung des Beckens beim überwiegenden Stehen auf einem Bein (Standbein), die mittlere der Rechtshändigkeit zuschreibt, fällt, wenn man die Einwürfe, welche im obigen gegen jede dieser Theorien vorgeführt worden ist, zusammenstellt.

Es bleibt nur noch eine Theorie und zwar diejenige Bührings übrig, sowie ein Teil der Schulthe ßschen Theorie, nämlich seine Erklärung des untersten und obersten der physiologischen Krümmungen durch die Rechtshändigkeit.

Bühring schreibt die unterste Krümmung der asymmetrischen Lage der Leber zu, die mittlere derjenigen des Herzens, und nennt sie Leber- bzw. Herzkrümmung. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß ein drittes Organ zur Erklärung der obersten Krümmung in dem oberen Brustteil fehlt (siehe S. 14). Aber welche Gründe gibt es zu der Annahme, daß ein asymmetrisch gelegenes Organ die Wirbelsäule örtlich zu einer entgegengesetzt gerichteten Abbiegung veranlaßt? Gibt z. B. die Megalosplenie zu einer rechtskonvexen Lumbalskoliose Veranlassung oder vielmehr zu einer linkskonvexen oder aber zu gar keiner? Ist die Krümmung, welche dabei entsteht, kurz, d. h. auf ein kleines Gebiet der Wirbelsäule beschränkt, oder vielmehr lang, so daß ein großer Teil derselben mit einbezogen wird?

Solange diese Fragen nicht beantwortet sind und das äquilibrierende Vermögen der Wirbelsäule in ihren verschiedenen Teilen nicht näher studiert worden ist, fehlt der Bühringschen Hypothese jeder Boden. Entstanden zu einer Zeit, wo Meyer die normalen sagittalen Krümmungen durch Aequilibrierung verursacht dachte, hatte sie gewissermaßen ihre Berechtigung. Seitdem aber die Hinfälligkeit der letzteren Auffassung bewiesen wurde[1]), fehlt der Bühringschen Hypothese auch dieser Anschein einer Stütze.

Es erübrigt schließlich die Frage, inwiefern die Vorstellung, welche Schultheß sich „nach dem heutigen Stande unseres Wissens" von der Entstehung der untersten und der obersten Krümmung bildet (seine Anschauung über die der mittleren haben wir im obigen erörtert), als richtig betrachtet werden darf. Bei einer

[1]) Siehe M. Jansen, Der Einfluß der respiratorischen Kräfte auf die Form der Wirbelsäule. Bd. XXV., S. 735 ff. dieser Zeitschrift.

„Menge von Bewegungen“, welche die rechte Hand ausführt, „muß“ „der Rumpf sich nach rechts schieben“ „im Interesse der Beibehaltung der Gleichgewichtslage“ [1]). Es entstehe dabei leicht eine Abbiegung in der Gegend des 12. Brustwirbels, weil da die Wirbelsäule „einen schwachen Punkt“ [1]) hat: „Hier wechselt die Gestalt und Richtung der Gelenkfortsätze, ebenso der Querfortsätze. Hier wechseln rippenlose und rippentragende Wirbel miteinander ab und hier wechselt auch der Typus der Muskelansätze. Auch ist der Querdurchmesser der Wirbel hier entschieden am geringsten“ [1]). —

Im anatomischen Institut unserer Universität finden sich unter mehreren vier sorgfältig isolierte Wirbelsäulen, zum Teil kindliche, zum Teil erwachsene. Es fehlen daran die Muskeln und Rippen, während die Wirbel und die Bänder intakt sind. Bei einer jeden dieser Wirbelsäulen wird durch seitliche Biegung der Brustteil am stärksten gekrümmt; und von dort nimmt die Biegung allmählich nach oben und unten hin ab, ohne daß auf der dorsolumbalen Grenze von irgendeiner stärkeren Krümmung etwas wahrnehmbar ist. Das gleiche hat H. Virchow bei der isolierten Wirbelsäule [2]) beobachtet. Dennoch finden sich in diesen Fällen drei Gründe von den fünf, welche Schultheß für den verringerten Widerstand an dieser Stelle anführt: der geringe Querdurchmesser der Wirbel, das Wechseln der Gestalt und Richtung der Gelenk- und ebenso der Querfortsätze. (— Der Tod, das Isolieren oder die zum Aufbewahren verwandte Flüssigkeit haben die Form der Skeletteile nicht geändert). Es geht diesen drei Gründen somit jedwede Beteiligung in der hohen Frequenz der dorsolumbalen Krümmungen ab. Und das gleiche gilt für die beiden anderen angeführten Gründe.

Auf S. 550 in Joachimsthals Handbuch verzeichnet Schultheß die Stelle, wo Heß bei einer großen Zahl Patienten die Wirbelsäule durch Seitwärtsbeugung abbiegen sah. Zählen wir nun die links- und rechtskonvexen Abbiegungen bei jedem Wirbel (und der zugehörigen Intevertebralscheibe) zusammen, so finden wir:

in der Höhe des 11. Brustwirbels	40	Abbiegungen,
„ „ „ der 11. Zwischenwirbelscheibe	75	„
„ „ „ des 12. Brustwirbels	182	„
„ „ „ der 12. Zwischenwirbelscheibe	212	„

[1]) Siehe Schultheß, l. c., Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 10, S. 791.

[2]) Siehe Rudolf Fick, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, III. T., S. 93 ff.

in der Höhe	des	1. Lendenwirbels	183	Abbiegungen,
„ „ „	der	1. Lendenzwischenwirbelscheibe	217	„
„ „ „	des	2. Lendenwirbels	183	„
„ „ „	der	2. Lendenzwischenwirbelscheibe	225	„
„ „ „	des	3. Lendenwirbels	134	„
„ „ „	der	3. Lendenzwischenwirbelscheibe	69	„
„ „ „	des	4. Lendenwirbels	45	„
„ „ „	der	4. Lendenzwischenwirbelscheibe	18	„
„ „ „	des	5. Lendenwirbels	43	„

Das Maximum der Abbiegungen liegt somit zwischen dem 2. und 3. Lendenwirbel, nicht in der dorsolumbalen Grenze. Heß' klinische Beobachtungen widerlegen demnach Schultheß' anatomische Erwägungen: Die dorsolumbale Grenze ist kein schwacher Punkt, biegt nicht leichter ab als der Lendenteil. Zwar findet sich daselbst die größte Zahl der Skoliosenscheitel; aber Heß' Tabelle beweist, daß dies nicht daher kommt, daß die Wirbelsäule daselbst dünner oder weniger fest sei. Wir finden an dieser Stelle denn auch die Zahl der accidentellen Skoliosen (vgl. Fig. 14) keineswegs größer als in den höher und niedriger gelagerten Teilen der Wirbelsäule. Nur die Zahl der physiologischen Krümmungen ist daselbst größer als anderswo.

Eine geringere Festigkeit der Wirbelsäule in der dorsolumbalen Grenze ist somit nicht die Ursache der physiologischen Skoliosen. Daß dieser Punkt dennoch soviel öfter als alle anderen Punkte der Wirbelsäule den Scheitel einer — und zwar linkskonvexen — skoliotischen Krümmung bildet, muß durch eine Kraft veranlaßt werden, welche daselbst angreift und nirgendwo sonst, und welche nach links gerichtet ist. — Wir werden sie in den nachstehenden Kapiteln kennen lernen.

Zusammenfassend stellt sich heraus, daß die verschiedenen Theorien der physiologischen Skoliose nur ein Tasten im Dunkeln darstellen. In ihrer Anfangsperiode, als von den Anatomen nur eine einzige Krümmung in dem Brustteil beobachtet wurde, suchte man ihre Ursache da, wo keine selbständige Asymmetrie besteht. Späterhin suchte Shaw ihre Ursache zu niedrig im Lendenteil. Bühring nahm ein äquilibrierendes Vermögen der Wirbelsäule an, wofür jeder Grund fehlt. Schultheß suchte schließlich die Ursache ihrer Hauptkrümmung in einem verringerten Widerstand der dorsolumbalen Grenze, welche sich bei einer näheren Untersuchung als imaginär herausstellt.

Es führen somit die obigen Kapitel an: einerseits die unleugbare Tatsache, daß die menschliche Wirbelsäule in ihrem dorsalen Teil zu einer typischen, von unten nach oben abnehmenden Schlängelung in drei Buchten neigt, welche seit etwa zwei Jahrhunderten beobachtet, nicht an Nation oder Land, an Erziehung oder Stand, oder sogar an Gesundheit oder Krankheit der Wirbelsäule gebunden ist. Anderseits lehren sie, daß alle Mutmaßungen ihre Ursache vollkommen im Dunkeln gelassen haben.

Wir haben — in Nachfolge von anderen — diese Neigung der Wirbelsäule eine physiologische genannt, in der Absicht, dadurch zum Ausdruck zu bringen, daß die Stelle der Krümmungsscheitel in der Wirbelsäule und die Richtung der Abbiegung von (asymmetrischen) physiologischen Kräften bestimmt wird. Aus den folgenden Kapiteln wird nunmehr hervorgehen, daß diese Stelle sowie diese Richtung übereinstimmen mit einer Asymmetrie in den Kräften, mit denen der Respirationsapparat auf die Wirbelsäule einwirkt — d. h. mit einer respiratorischen Asymmetrie, welche es zugleich verständlich macht, weshalb in der Asymmetrie der Statistiken nur bestimmte Skoliosenformen beteiligt sind, und überdies die Erklärung bringt für eine Reihe anderer klinischer Erscheinungen, welche wir gleichfalls des näheren erörtern werden.

Zweiter Teil.

Die Ursache der physiologischen Skoliose.

I. Der asymmetrische Verlauf der Crura interna diaphragmatis.

Es ist bekannt, daß derjenige Teil des Zwerchfells, der an der Wirbelsäule seinen Ursprung nimmt, die Pars vertebralis diaphragmatis, von drei Muskelpaaren gebildet wird, welche als Crura interna, media und externa beschrieben werden. Die Crura media greifen an den Seitenflächen des 2. Lendenwirbels, die Crura externa an den Seitenflächen und den Querfortsätzen des 1. Lendenwirbels an. Sie sind hinter den Crura interna gelagert und divergieren nach oben und lateralwärts, um an dem Hinterrand des Centrum tendineum zu enden. Im Vergleich zu den Crura interna bilden sie nur dünne Stränge, welche (annähernd) symmetrisch verlaufen und deshalb für die Neigung der Wirbelsäule zur Asymmetrie nicht von

wesentlicher Bedeutung sein können. Die Crura interna hingegen sind kräftige, verhältnismäßig breite Muskelmassen, welche sich bei der Oeffnung der Leiche leicht zu Gesicht bringen lassen (siehe Fig. 16). Sie entspringen mit einer derben Sehne an der Vorderfläche der Lendenwirbel, die rechte zumeist etwas niedriger (4. Wirbel) als die linke (3. Wirbel); ihr sehniger Innenrand (siehe Fig. 17) vereinigt sich in der Höhe des 12. Brustwirbels, um die obere und vordere Begrenzung des Hiatus aorticus zu bilden.

Bis dahin besteht der Hauptsache nach Einstimmigkeit in der anatomischen Literatur. Ueber die Art und Weise aber, in der die Muskelbündel der beiden Crura interna ihren Abstand überbrücken, um in der Medianlinie ein zusammenhaftendes Ganzes zu bilden, und etwas höher wieder eine Oeffnung für die Speiseröhre zu lassen, gehen die Angaben weit auseinander. Dennoch ist dieser Punkt für uns von dem größten Interesse, weil gerade dadurch die Richtung bestimmt wird, in der während des Lebens das Zwerchfell bei jeder Einatmung an der Wirbelsäule zieht. Wir wollen deshalb erörtern, was die Literatur in bezug hierauf lehrt:

Hyrtl[1]) gibt an: . . . die Crura interna kreuzen sich vor dem Körper des ersten Lendenwirbels und bilden mit der vorderen Fläche der Wirbelsäule eine dreieckige Spalte — den Aortenschlitz —. Nach dieser Kreuzung „divergieren die Schenkel, um gleich darauf neuerdings zu konvergieren und sich zum zweiten Male zu kreuzen". — Der Speiseröhrenschlitz wird somit, nach dieser Beschreibung, auf der rechten Seite begrenzt von Bündeln des linken Crus internum, und umgekehrt wird der linke Rand von Bündeln des rechten Crus gebildet. Es ist zu bemerken, daß dazu die Bündel je eines der Crura interna — zumal diejenigen des linken — zwei starke Krümmungen bilden müssen, so daß bei jeder Kontraktion, d. h. bei jeder Inspiration, eine beträchtliche Verengerung des Foramen oesophageum hervorgehen muß.

Piersol[2]) gibt an, daß die Bündel der Crura den Hiatus oesophageus sphinkterartig umgeben, wobei also gleichfalls zwei Krümmungen vorausgesetzt sind.

Gegenbaur[3]) spricht von einer einzigen Durchkreuzung der Bündel um den Hiatus aorticus herum und einem Ausein-

[1]) Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 20. Aufl., 1889, S. 499.
[2]) Piersol, Human anatomy.
[3]) C. Gegenbauer, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 7. Aufl., 1899.

anderweichen zur Begrenzung eines zweiten Schlitzes (der dem Durchtritt der Speiseröhre dient), gleichwie Quain[1]) und Corning[2]).

Gerlach[3]) spricht von einer „Konvergenz“ der beiden inneren Crura, während Rauber-Kopsch[4]) sagt, daß die beiden Crura „zusammenkommen“.

Von einer Asymmetrie in dem Verlauf der Bündel ist nicht die Rede. Zwar zeigt es sich allgemein bekannt, daß das rechte Crus internum länger sowie dicker ist als das linke, und Hyrtl erwähnt, daß die drei Schenkelpaare „keineswegs symmetrisch vom Lendensegment der Wirbelsäule heraufkommen“; aber die Richtung der Bündel längs dem Aorta- und dem Speiseröhrenschlitz in bezug auf die Medianlinie findet keine Beachtung. M. a. W. eine Asymmetrie in dem Baue (in der Länge und Dicke) der Crura hat allgemein die Aufmerksamkeit auf sich gezogen — hingegen eine Asymmetrie in ihrer Richtung nicht. Cunningham[5]) sagt denn auch, daß die Crura sich „kreuzen durch die Medianlinie“, und Gray[6]), daß „sie sich in der Medianlinie begegnen“, während Testut[7]) je einen der beiden Pfeiler seinem Gefährten einen anastomosierenden Zweig zusenden läßt, welcher „die Medianlinie kreuzt“. Mehrere Anatomen beschreiben somit einen symmetrischen Verlauf der inneren Zwerchfellschenkel.

Nur bei zwei Autoren finden wir eine Asymmetrie in dem Verlauf der Bündel erwähnt, nämlich bei Poirier[8]) und Spalteholz[9]).

Nach Poirier teilen sich die Bündel des rechten Crus internum gewöhnlich in drei Teile. Die äußerste Gruppe richtet sich nach aufwärts und in geringem Maße auch auswärts, die mittleren Bündel laufen gerade nach aufwärts und vorne, die innern überschreiten die Medianlinie und werfen sich in das linke Crus internum, von dem die innersten Bündel (les plus internes) sich loslösen, um sich mit denjenigen des rechten Crus zu vereinigen.

---

1) Quain's Anatomy.
2) Corning, Lehrbuch der topographischen Anatomie.
3) Gerlach, Anatomie des Menschen, S. 504.
4) Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie, 8. Aufl.
5) Cunningham, Human anatomy.
6) Gray's Anatomy.
7) Testut, Traité d'anatomie.
8) Poirier, Traité d'anatomie, S. 537.
9) Spalteholz, Handatlas der Anatomie des Menschen.

Am klarsten ist wohl Spalteholz' Beschreibung: das rechte Crus internum teilt sich in zwei Bündel, welche einen Schlitz zwischen sich lassen, welcher bis zum Centrum tendineum reicht, den Hiatus oesophageus. Das linke Crus sendet nur wenig „entsprechende“ Fasern nach rechts.

Bei den letzten Autoren wird somit das Foramen oesophageum ganz oder wenigstens zum größten Teil von Bündeln des rechten Crus internum begrenzt; und es ist nebenbei zu bemerken, daß zu diesem Zwecke eine leichte Krümmung der Muskelbündel ausreicht, wodurch ihre Kontraktion weniger verengernd auf den Hiatus oesophageus einwirkt, als der Beschreibung der vorhergenannten Autoren entsprechen würde.

Ueberdies gibt es hier einen Uebergang von mehreren Bündeln aus dem rechten Crus nach der linken Seite als umgekehrt — gleichsam eine Bevorzugung der linken Seite. Dennoch läßt sich auch aus diesen Beschreibungen nicht mit Sicherheit feststellen, ob die Resultante der Kräfte, mit denen die Crura interna an der Wirbelsäule ziehen, bei der Inspiration, sagittal oder aber mehr nach links gerichtet sei. Und dies ist gerade der Punkt, der im Augenblick unsere Aufmerksamkeit erfordert.

Verschiedener noch als die Beschreibungen sind die Abbildungen in den genannten Handbüchern: so wird z. B. in einer Abbildung Poiriers und in der Spalteholzschen der rechte Rand des Hiatus oesophageus von linkseitigen Schenkelbündeln gebildet, der linke von rechtseitigen. Und man achte darauf, daß in der letzteren (Fig. 315, Spalteholz) die Mitte des Hiatus oesophageus rechts von der Medianlinie gelegen ist, anstatt links, und somit sämtliche Bündel zu viel nach rechts gerichtet sind. Einige Abbildungen zeigen Schlängelungen der Muskelbündel (Cunningham[1]), Poirier), welche wir nur beobachteten, wenn Diaphragmata nach dem Wegfall des negativen Thoraxdruckes ihr gespanntes, kuppelförmiges Aussehen eingebüßt hatten. Und möge der Verlauf der Bündel der Crura interna im allgemeinen ziemlich großen Schwankungen unterliegen[2]), so erscheint jedoch ein Teil dieser Schwankungen auf den Abbildungen abhängig von der beträchtlichen Verlagerung der Teile, welche eintritt, sobald der Wegfall des negativen Thoraxdruckes das Zwerchfell erschlaffen läßt. Dennoch stimmen die meisten Ab-

[1]) Cunningham, Textbook of anatomy.

[2]) Vgl. Poirier, l. c.

bildungen darin überein, daß mehr Bündel vom rechten Crus zum linken gehen als umgekehrt. Nur einige Abbildungen sind symmetrisch (Quain, Rauber-Kopsch, Merkel-Henle); aber die Tatsache, daß in ihnen Aorta und Oesophagus in der Medianebene gelagert sind, stempelt dieselben als unrichtig. Keine einzige Abbildung aber zeigt, daß mehr Bündel vom linken Crus nach rechts gerichtet sind.

Zusammenfassend geht aus den Abbildungen der anatomischen Literatur mit Wahrscheinlichkeit hervor, daß von den Crura interna diaphragmatis im allgemeinen mehr Bündel in die linke als in die rechte Zwerchfellhälfte übergehen.

Die Ergebnisse der anatomischen Handbücher sind aber unvollständig, und in den Beschreibungen sowie in den Abbildungen zeigt sich Strittiges und Unrichtiges. Die Frage, in welcher Richtung die Fasern der Zwerchfellschenkel durch ihre Kontraktion bei jeder Inspirationsbewegung an der Wirbelsäule ziehen, ist offenbar niemals erhoben, weil man ihre Bedeutung für das Skoliosenproblem nicht erkannt hat.

Deshalb haben wir eigene Untersuchungen, welche wir zum Teil in Leiden, zum Teil in Manchester durchführten, an etwa fünfzehn Leichen angestellt, bei denen keine Schrumpfungen oder Flüssigkeitsansammlungen in der Umgebung des Zwerchfells zu Verlagerungen der Crura interna Veranlassung gegeben hatten. Die Bauchorgane wurden entfernt und die innern Zwerchfellschenkel zutage gefördert, indem die Eröffnung der Pleurahöhle vermieden wurde, so daß die normale Lage der Zwerchfellschenkel keine Aenderung erfuhr. Das Resultat ergeben im wesentlichen die Fig. 16, 17 und 18.

Fig. 16 zeigt ein rechtes Crus internum, dessen sämtliche Bündel schief über die Medianlinie nach der linken Seite hin laufen und somit alle der Kontraktion der linken Zwerchfellhälfte dienen. Die größere Hälfte dieser Bündel bildet den rechten Rand des Hiatus oesophageus; die kleinere, welche teilweise von dem sehnigen Rand des Hiatus aorticus entspringt, bildet einen linken Rand und erzielt durch Kreuzung einiger feiner Bündel eine innige Verbindung mit dem linken Crus internum. Sie bildet gleichsam eine Verbindungsbrücke zwischen den beiden Crura, sowie eine Scheidungswand zwischen dem Hiatus aorticus (an ihrem linken unteren) und dem Foramen oesophageum (an ihrem rechten obern Rande). Und man

achte darauf, daß die Resultante der Kräfte, welche aus der gemeinschaftlichen Kontraktion der beiden Crura hervorgeht, nicht

Fig. 16.



Normales Zwerchfell einer frischen Leiche in situ (d. h. mit erhaltenem negativem Thoraxdruck). Die beiden inneren Zwerchfellschenkel (auch der rechte) begeben sich nach links in der Richtung der linken Mammillarlinie ungefähr, welche auf der Thoraxwand noch gerade ersichtlich ist.

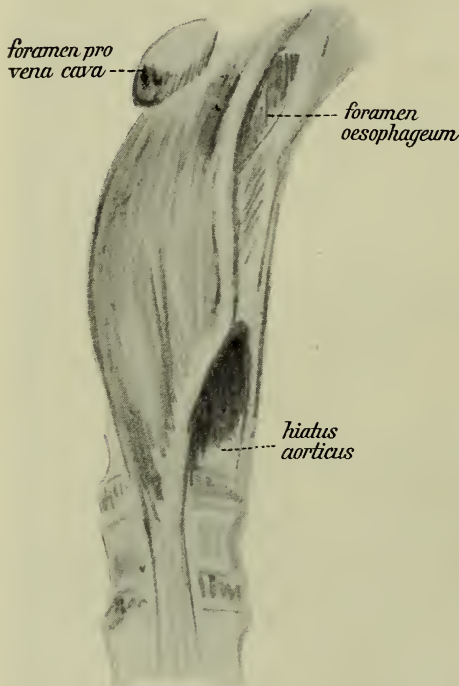
(Die punktierte Linie ist die Medianlinie, welche auf das Zwerchfell der Leiche vor der photographischen Aufnahme mit Tinte gezeichnet wurde.)

Die hier nicht sichtbaren Crura media et externa sind unscheinbare, symmetrische Bündel.

sagittal gerichtet ist, sondern etwa nach der linken Mammillarlinie hin, welche mit Tinte auf der Haut angegeben — etwas unklar — noch gerade sichtbar ist.

Auch in Fig. 17 sind alle Bündel der beiden Crura im Dienst der linken Zwerchfellhälfte. Hier sieht man dieselbe Verbindungsbrücke zwischen den beiden Crura, welche die Schlitze für Aorta und Oesophagus trennt. Die am meisten rechts gelagerten Bündel bilden zu gleicher Zeit die linke Begrenzung des Foramen pro vena cava; aber sie sind gleichfalls nach links gerichtet.

Fig. 17.



Die beiden inneren Zwerchfellschenkel (nach einer frischen Leiche gezeichnet). Bei allen Leichen, die wir daraufhin untersuchten (etwa 15), richteten sich die Bündel der beiden innern Zwerchfellschenkel entweder alle oder zum großen Teil nach der linken Zwerchfellhälfte.

Fig. 18 zeigt dieselbe Verbindungsbrücke der Crura. Von den Bündeln, welche die rechte Seite des Foramen oesophageum begrenzen, ist ein Teil nach links gerichtet; ein kleiner Teil läuft in axialer Richtung, einzelne Bündel verbreiten sich in dem Sinne Poiriers fächerförmig nach rechts. Auch hier aber unterliegt es keinem Zweifel, daß die Resultante der Kräfte, welche sämtliche Bündel der beiden Crura auf die Wirbelsäule während des Lebens ausgeübt haben, nach der linken Seite der vorderen Brustwand hin gerichtet war.

Auch die übrigen Diaphragmata, welche wir untersuchten, stimmten mit den obigen Abbildungen im wesentlichen überein. In keinem einzigen wurde das Foramen oesophageum von sphinkterartig gekreuzten Bündeln der beiden innern Schenkel gebildet. In nur einem einzigen Falle verlief ein Muskelbündel von dem linken Crus her zwischen dem Aorta- und Speiseröhrenschlitz schief über die entsprechenden Bündel des rechten Crus nach der rechten Seite hin. In allen Fällen aber wurden die beiden Ränder des Foramen oesophageum von dem gespaltenen rechten Crus gebildet, dessen linke Bündelgruppe zu gleicher Zeit die feste Verbindung mit dem

linken Schenkel besorgte. Figg. 16 und 17 bestätigen somit die Beschreibung Spalteholz', Fig. 18 diejenige Poiriers. Mit letzterem dürfen wir demnach annehmen', daß in der Regel viele Bündel des rechten Crus internum sich nach der linken Seite hin begeben, und wenig — oder gar keine — Bündel des linken Crus die Medianlinie überschreiten und sich zur rechten Zwerchfellhälfte gesellen. M. a. W.: In der Regel geht die übergroße Mehrzahl der Bündel der beiden inneren Zwerchfellschenkel in die linke Zwerchfellhälfte über, um sich bei jedem Atemzug an der Senkung derselben zu beteiligen.

Fig. 18.

Die beiden innern Zwerchfellschenkel (nach einer frischen Leiche gezeichnet).

Ein Teil der Bündel des rechten innern Schenkels bleibt für die rechte Zwerchfellhälfte erhalten. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die Resultante der Kräfte der beiden Schenkel nach links gerichtet ist.

Und auch, wenn in einigen wenigen Ausnahmefällen eine gleich große Zahl Muskelbündel in dem schwächeren linken Zwerchfellschenkel zu dem rechten Rand des Foramen oesophageum verlaufen sollten, als umgekehrt von dem rechten Schenkel zu dem linken Rand desselben — so ist zu bemerken, daß die beiden Oeffnungen für die Speiseröhre und die Aorta immer links von der Medianlinie gelagert sind, und daß somit auch in dem Fall die Resultante der Kräfte, mit der diese Bündel auf die Wirbelsäule einwirken, nach links gerichtet ist.

Kurz, es unterliegt keinem Zweifel, daß bei der überwiegenden Mehrzahl der Menschen von dem ersten Atemzug bei der Geburt bis zum letzten beim Tode die Crura diaphragmatis mit einer nach links und vorn gerich-

teten Resultante an der Wirbelsäule angreifen; die Folge davon ist, daß die Wirbelsäule bei symmetrischer Belastung zur asymmetrischen, seitlichen Abbiegung neigt. — Der Einfluß dieser Kraft wird in den nachfolgenden Kapiteln des näheren erörtert werden.

II. Der asymmetrische Verlauf der inneren Zwerchfellschenkel, die direkte Ursache der untersten Krümmung der physiologischen Skoliose.

Der Hiatus aorticus ist in der Höhe des 12. Brust- und 1. Lendenwirbels gelegen. Hier liegt also die Verbindungsbrücke der Crura interna, deren Bündel am meisten schief nach links gerichtet verlaufen. Daselbst verlassen die beiden inneren Schenkel die Wirbelsäule, indem sie sich nach vorne krümmen, um sich an der Bildung der Zwerchfellkuppel zu beteiligen. An dieser Stelle, d. h. an der dorsolumbalen Grenze, wirkt also der schief gerichtete Verlauf der Crura interna mehr als auf die niedriger gelagerten Lendenwirbel mit einer nach links und vorne gerichteten Kraft ein. — Dies ist die einzige Stelle in der Wirbelsäule, wo ein Muskel asymmetrisch an ihr angreift: Die zahllosen Bündel auf ihrer dorsalen Seite — von dem großen Tractus sacro-spinalis bis auf die kleinen Mm. intertransversarii — und die platten Muskeln für die obere Extremität, sowie auch die Muskeln auf ihrer Vorderseite, im Hals- und im Lendenteil, bis zum Sacrum und Steißbein, ja alle willkürlichen Muskeln, auch diejenigen der unteren Extremitäten, der Bauchwand und des Kopfes, sind in bezug auf die Wirbelsäule symmetrisch gelagert. Nur die (teilweise willkürlichen, teilweise unwillkürlichen) Crura interna des Zwerchfellmuskels greifen asymmetrisch an derselben an.

Die direkte Folge dieser asymmetrischen Anordnung der inneren Schenkel und der Bündel, welche ihr „trait-d'union“ bilden, ist, daß die Wirbelsäule in ihrem lumbodorsalen Teil zur Abbiegung nach links neigt. Würde die Wirbelsäule ohne diese asymmetrische Lage der Crura bei symmetrischer Belastung daran zweifeln — sit venia verbo —, nach welcher Seite hin sie abbiegen sollte — die schief gerichteten Crura heben den „Zweifel“ auf und veranlassen die dorso-lumbale Grenze zur Abbiegung nach der linken Seite hin. Diesem Punkte der Wirbelsäule wird somit durch die Asymmetrie der innern Zwerchfellschenkel nicht nur eine Vorliebe, son-

dern auch eine Neigung zur Verlagerung nach der linken Seite hin erteilt[1]). Daher kommt es, daß die dorsolumbale Grenze öfter den Scheitelpunkt einer seitlichen Krümmung bildet, als die mathematische Mitte der Wirbelsäule (der 6. oder 7. Brustwirbel), und öfter auch als der mehr bewegliche Lendenteil (vgl. Schultheß l. c. Tabelle S. 54 u. 55), ferner daß sie, obgleich nicht — wie Schultheß meint — ein schwächerer Punkt der Wirbelsäule (vgl. S. 55), dennoch öfter als alle übrigen Punkte den Scheitel einer seitlichen — und zwar zumeist linkseitigen — Krümmung bildet. Hier, und nirgends sonst, greifen asymmetrisch gerichtete Muskeln direkt an der Wirbelsäule an und zwar Muskeln, welche während des ganzen Lebens etwa 20000mal pro Tag ihren asymmetrischen Zug auf dieselbe ausüben.

Man könnte der Meinung sein, daß das Uebergewicht an Kraft, mit der die linke Zwerchfellhälfte (im Vergleich zu der rechten) zieht, nicht hinreicht zur Verlagerung der lumbodorsalen Grenze nach links. Deshalb geben wir in der Fig. 19 und Fig. 20 die Abbildungen eines 4jährigen Kindes mit den beiden untersten physiologischen Krümmungen je im In- und Exspirationsstand photographisch wieder. An dem Kinde und dem photographischen Apparat wurde während der beiden Aufnahmen nichts geändert, nur die Exspiration ging in Inspiration über. Die Spitzen der Zehen berührten noch gerade den Boden, so daß einerseits die seitliche Bewegung des Körpers beschränkt, anderseits ein Heben des Rumpfes durch Streckung in den Beinen oder Füßen ausgeschlossen wurde. Es ist klar, daß die Inspirationskräfte hier die lumbodorsale Verkrümmung verstärkten. In Fig. 19 ist das Inspirationsstadium länger belichtet worden als die Exspiration, wodurch sich ermitteln läßt, daß die Processus spinosi — oder wenigstens die Haut über denselben — bei der Inspiration höher standen, der Kopf niedriger war als bei der Exspiration. In Fig. 20 ist der Kopf in der gleichen Höhe geblieben, indem die markierten Punkte über den Processus spinosi ebenfalls nach aufwärts verlagert wurden. In beiden Abbildungen entsprechen also die höher gelagerten Punkte der Dornfortsätze der Inspiration; auch die Glutäalfalten sind höher gelagert. Durch die erstaunliche Kraft der Inspiration wurde somit die ganze untere Körperhälfte

---

[1]) Von der nach vorne gerichteten Komponente wird späterhin die Rede sein. Siehe S. 95.

in die Höhe gezogen und wurde die linkskonvexe lumbodorsale Krümmung der Wirbelsäule verstärkt, und zwar am meisten in Fig. 19, wo die Inspiration am tiefsten war. Das gleiche zeigt

Fig. 19.



Fig. 19 und 20. Kind in Extension, so daß die Spitzen der Zehen noch gerade den Boden berühren.
Eine jede der Figuren zeigt zwei photographische Aufnahmen, eine im Inspirations-, eine zweite im Exspirationsstande.
Die Inspiration verstärkt die linkskonvexe Lumbodorsalskoliose.
(In Fig. 20 ist die Kopfschwebe während der Inspiration gesenkt.)

auch das Röntgenbild, welches aber zur Reproduktion nicht hinreichend scharf war. Man könnte nun die Verstärkung der lumbodorsalen Krümmung durch den vertikal nach oben gerichteten

Zug sämtlicher längs den Lendenwirbeln emporsteigenden Cruralbündel zu erklären suchen, aber es wäre unmöglich, dem schief nach links gerichteten Zug, welchen dieselben an der Stelle ihres

Fig. 20.



Umbiegens in das Zwerchfell auf den Scheitelpunkt der Lumbodorsalkrümmung ausüben, einen Anteil — bei der Entstehung sowie — bei der inspiratorischen Verstärkung derselben abzusprechen.

Außer auf die Wirbelsäule übt die asymmetrische Lagerung der innern Zwerchfellschenkel ihren direkten Einfluß auch auf die

Brustwand aus: in Fig. 16 ist ersichtlich, daß die beiden Crura ungefähr nach der linken Mammillarlinie hin gerichtet sind. Ihre Kontraktion wird nunmehr Kräfte entwickeln, welche in vielen Richtungen die Zwerchfellkuppel durchkreuzen und die linke Brustwand an der Stelle erreichen, wo Zwerchfell und Brustwand sich begegnen, d. h. längs der obern Grenze des komplementären Raumes. Nicht alle Punkte dieser kreisförmigen Berührungsstelle werden aber

Fig. 21.



Fig. 22.



Linke und rechte Mammillarlinie eines Kindes nach überstandener Rachitis. Die Delle in der linken Mammillarlinie ist tiefer als in der rechten und der linke Rippenbogen ist mehr auswärts gebogen als der rechte.

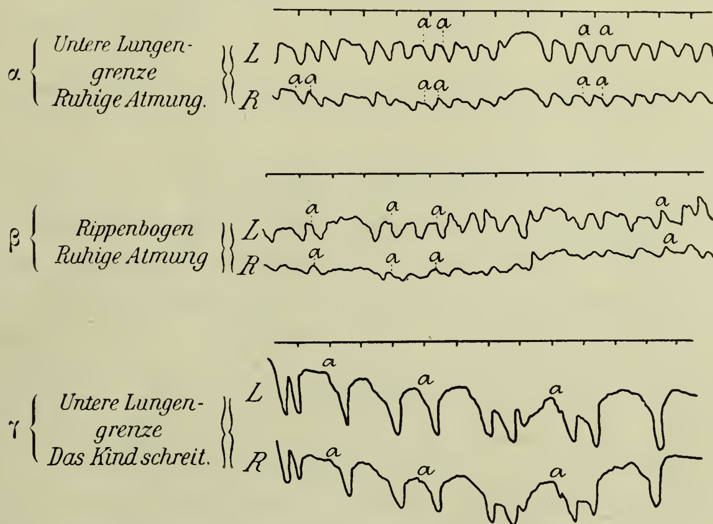
in gleichem Maße die Zugwirkung der Crura empfinden. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, daß derjenige Punkt der Brustwand, welcher in der Richtung der Cruralbündel gegen den Rand der Zwerchfellkuppel gelagert ist, diesem Einfluß stärker ausgesetzt ist als die übrigen. Und so dürfen wir erwarten, daß bei einer großen Anzahl Menschen die linke Brustwand in der Höhe der untersten Lungengrenze die Folgen einer nach der Wirbelsäule gerichteten

ziehenden Kraft aufweisen wird, welche nicht an der symmetrischen Stelle des Brustkastens — d. h. in der rechten Mammillarlinie — zu bemerken ist.

In der Tat findet sich in der Regel bei vollkommen normal gebauten Menschen in der linken Mammillarlinie eine leichte Einsenkung vor, welche auf der rechten Seite fehlt; in der Tat ist die Profillinie des Brustkorbes, in der die rechte Brustwarze prominiert,

Fig. 23.

Atembewegungen
von A. v. d. H. 26 Monate alt.
schwere Rachitis
Einatmung = ↓ : (a = Anfang Einatmung.)



Links ist die inspiratorische Einziehung größer als rechts.

Sämtliche Kurven werden in der gewöhnlichen Weise von links nach rechts gelesen. Jede auswärts gerichtete Bewegung der Thoraxwand entspricht einer Steigerung der Kurvenlinie.

normaliter eine konvexe, indem die linke mehr gerade zu sein pflegt, oder sogar eine leichte Konkavität (nach vorne und außen) aufweisen kann. Ist eine Periode geringfügiger Weichheit der Rippen vorangegangen — leichter Rachitis —, so zeigt auch die rechte Inframammillargegend dieselbe Einsenkung, aber auch in dem Falle ist für gewöhnlich die linke Delle tiefer als die rechte (siehe Figg. 21 und 22). Diese Erscheinung hat vor etwa 4 Jahren den Aus-

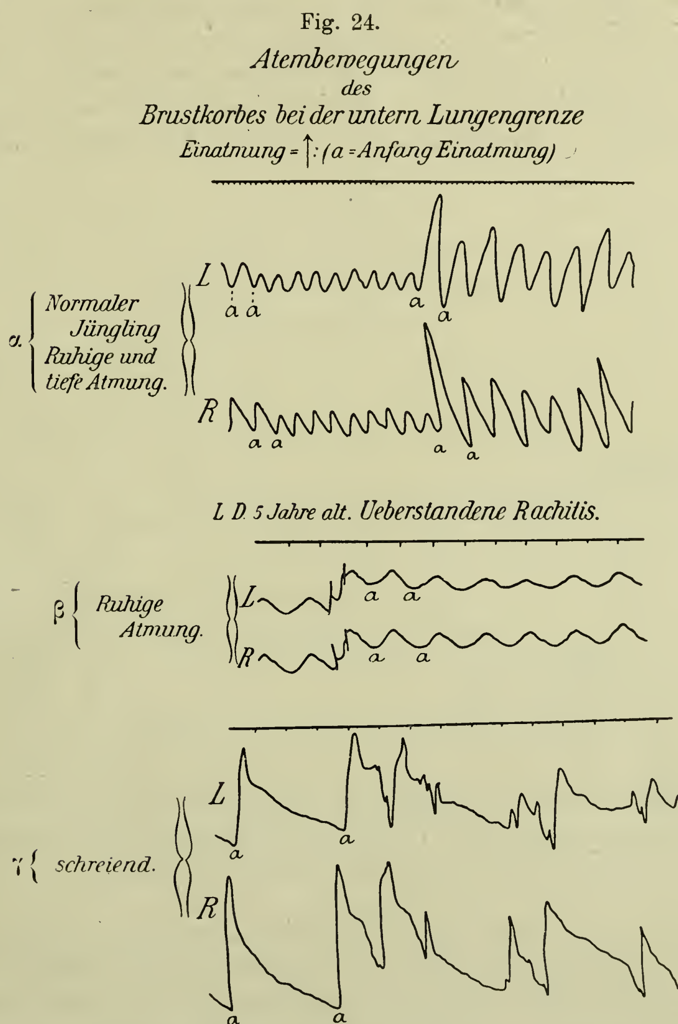
gangspunkt unserer Untersuchung nach der Ursache der physiologischen Skoliose gebildet. Es war uns aufgefallen, daß bei Kindern, deren Rachitis noch bestand, die linke inframammilläre Einsenkung bei jeder Inspiration tiefer einwärts gezogen wurde als die rechte; und wir wurden dadurch zu der Annahme gedrängt, daß bei jeder Einatmung die linke Zwerchfellhälfte an dieser Stelle mit mehr Kraft zieht als die rechte. Wir haben daraufhin diese Einsenkungen einer näheren Untersuchung unterzogen, ihre respiratorischen Bewegungen bei verschiedenen Individuen registriert und die Ergebnisse mit den daraus hervorgehenden Betrachtungen in dem XXV. Bd. der Deutschen Zeitschr. f. orthop. Chir. niedergelegt, noch ehe eine vollständigere Untersuchung über den Bau des Zwerchfells die oben beschriebene Bestätigung unserer Annahme geliefert hatte. Die Hauptmomente der erhaltenen Kurven sind folgende:

Die Kurven der Fig. 23 verzeichnen die Atembewegungen bestimmter Punkte der Mammillarlinien eines schwer rachitischen Kindes: α und γ ihre Schnittpunkte mit den unteren Lungengrenzen, β diejenigen mit den Rippenbogen. Es ist nun ohne weiteres klar, daß bei diesem schwer rachitischen Kinde, welches tiefe Dellen unter den Mammillae aufwies — und zwar links eine tiefere als rechts — jede Einatmung überdies die linke Inframammillargegend tiefer einwärts zieht als die rechte. Dieses geschieht bei ruhiger Atmung (α), sowie beim Schreien (γ) und gilt für die untere Lungengrenze (α und γ) so gut wie für den Rippenbogen (β). Die inspiratorische Formänderung ist somit eine momentane Verschlimmerung der bereits bestehenden; und wir haben uns vorzustellen, daß — so lange die Weichheit der Rippen besteht — nach jeder Inspiration die in ihrer Form geänderten Rippen sich um einen unendlich kleinen Teil zu wenig ihrer ursprünglichen Lage nähern. Die bleibenden inframammillaren Formänderungen der Figg. 21 und 22 sind somit gleichsam fixierte respiratorische Difformitäten. Sie bilden den Stempel, welchen die Rachitis mittels des Zwerchfells auf die Brustwand „drückt“ und auf derselben, auch nachdem die Rachitis ausgeheilt ist, während des ganzen weiteren Lebens hinterläßt.

Vergleicht man in Fig. 23 die Kurven α und β, so zeigt sich, daß die Rippenbogen weniger tief einwärts gezogen werden als die höher gelagerten Punkte, nämlich die der unteren Lungengrenzen. In

andern Fällen von Rachitis, welche wir untersuchten, sahen wir die Rippenbogen bei der Inspiration eine entgegengesetzte, auswärts gerichtete Bewegung vollführen, indem also die höher gelagerten

Fig. 24.

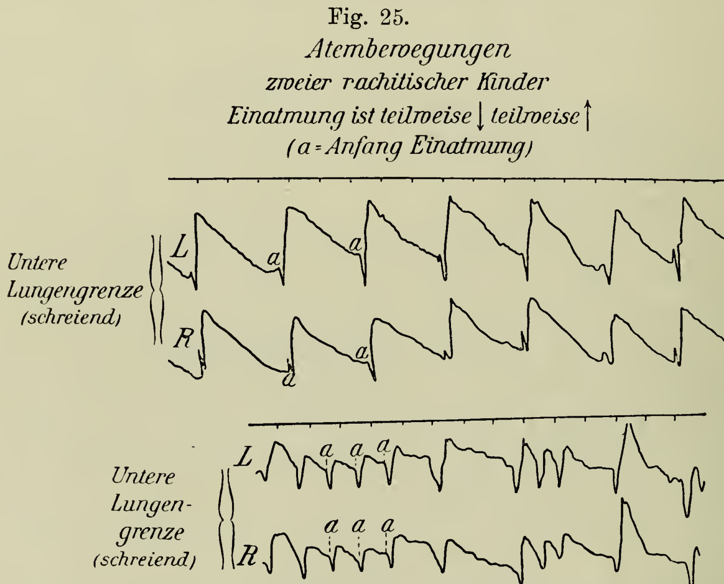


Links ist die inspiratorische Erweiterung kleiner als rechts.

Thoraxpunkte, die der unteren Lungengrenzen, einwärts gezogen wurden. Die Rippenbogen führen somit in bezug auf diese letzteren Punkte eine relative oder absolute auswärts gerichtete Bewegung — eine Gegenbewegung — aus. Aus den Untersuchungen

Duchennes und Paul Berts[1]) ist hervorgegangen, daß die Erweiterung der unteren Thoraxapertur durch eine Erhöhung des intraabdominellen Druckes bewirkt wird, welch letztere ihrerseits von der Senkung des Zwerchfells abhängig erscheint. Und Gerhardt[1]) weist darauf hin, daß also ein gewisser Tonus der Bauchmuskeln für die inspiratorische Erweiterung der kaudalen Thoraxhälfte erforderlich ist. Die inspiratorische Gegenbewegung der Rippenbögen — in bezug auf das Gebiet der unteren Lungen-

Fig. 25.



Diese Kurven stellen eine Uebergangsform dar zwischen der schweren Rachitis und der Norm, indem die normale auswärts gerichtete Inspirationsbewegung von einer einwärts gerichteten eingeleitet wird.
Auch hier aber ist die linkseitige Einwärtsbewegung immer größer als die rechtseitige. (In dem obern Kurvenpaar ist die Auswärtsbewegung zwar größer, aber nur wegen der größern Kraft der schneller rückfedernden Bewegung.)

grenze —, welche wir bei der Rachitis beobachten, ist somit eine Folge der Wirkung der Bauchmuskeln, und bildet ein Maß für ihren Tonus: eine große (absolute) Gegenbewegung der Rippenbögen deutet im allgemeinen auf eine hohe Spannung der Bauchmuskeln hin und ist — insofern Muskelschlaffheit rachitischer Kinder auf deren Schwäche hinweist — ceteris paribus als eine verhältnismäßig günstige Erscheinung aufzufassen.

Die inframammillare Thoraxdifformität bei der Rachitis setzt sich

[1]) Vgl. Tendeloo, Studien, S. 44.

mithin zusammen aus zwei Formstörungen: einer oberen Einsenkung, welche direkt, und einer unteren — relativen oder absoluten — Hervorwölbung, welche indirekt von der Zwerchfellwirkung abhängig ist[1]).

Ist die Rachitis geheilt, so bewegen sich auch die Gegenden der unteren Lungengrenzen wieder auswärts bei der Inspiration (siehe Fig. 24) — bei ruhiger Atmung (β) sowie beim Schreien (γ) — gleichwie bei einem normalen Jüngling (α). Man achte nebenbei darauf, daß die inspiratorische Erweiterung sodann links kleiner ist als rechts (Fig. 24).

Zwischen der inspiratorischen Einziehung der Inframammillargegend bei der Rachitis, und der inspiratorischen Auswärtsbewegung im normalen Zustand kommen begreiflicherweise Uebergangsformen vor, wie Fig. 25 dartut, so daß die inspiratorischen Bewegungen der Inframammillargegend des kindlichen Brustkorbes ein Maß abgeben für die Festigkeit der Rippen, d. h. einen Hinweis für den Erfolg der Behandlung einer Rachitis.

Was für den Augenblick hervorgehoben werden soll, ist, daß bei allen rachitischen Kindern, welche wir daraufhin untersuchten, die Gegend der unteren Lungengrenze in der linken Mammillarlinie bei jeder Inspiration tiefer eingezogen wurde als die rechte. Und die Bedeutung dieser Tatsache ist klar:

Wenn zwei vollkommen gleiche Metallplatten in vollkommen gleicher Weise an einem Ende befestigt werden, indem an dem freien Ende ziehende Kräfte — z. B. senkrecht zu der Oberfläche — angreifen, wird diejenige Platte am meisten verbogen, an der die Kräfte am stärksten sind und umgekehrt. Wenn eine Platte sich mehr abbiegt als die andere, so ist ohne weiteres der Schluß gerechtfertigt, daß die ziehenden Kräfte an derselben größer sind als diejenigen an der andern Platte. Die Größe der Abbiegung ist somit unabhängig von der Art der Substanz, durch welche die ziehenden Kräfte übermittelt werden: ein dehnbarer und ein undehnbarer Draht werden bei gleichen Kräften eine gleiche Abbiegung bewirken. Oder deutlicher vielleicht: wenn man an den beiden Enden der Hebelarme einer Wage ein gleiches Gewicht aufhängt, so wird das Gleichgewicht erhalten bleiben, auch wenn für das eine Gewicht ein dehnbarer, für das andere ein undehnbarer Draht benutzt wird. Wird das Gleichgewicht gestört, so hat der Unterschied im Gewicht

[1]) Schultheß gibt in Joachimsthals Handbuch, S. 959 und 960, eine andere Erklärung, welcher wir uns aus den angeführten Gründen anschließen können.

die Schuld, nicht aber ein Unterschied in der Dehnbarkeit des Aufhängematerials. Die tiefere linkseitige inspiratorische Einsenkung ist mithin nicht abhängig von der geringeren Dehnbarkeit des linken Thoraxinhaltes, sondern von dem Ueberwiegen der links angreifenden Zwerchfellkraft. Es verrät demnach die Brustwand rachitischer Kinder, daß in der Regel das Zwerchfell die Gegend der linken Mammillarlinie mit größerer Kraft einwärts zieht als diejenige der rechten. Und gilt dies für rachitische Kinder, so gilt dies auch für nicht rachitische, d. h. für den Menschen im allgemeinen.

Ueberblicken wir nun die klinischen und anatomischen Erscheinungen der Asymmetrie im untern Thoraxteile, so ergeben sich drei Tatsachen:

1. Eine Neigung der Wirbelsäule, sich im dorsolumbalen Teil nach links abzubiegen, eine Neigung, welche sich aus den Schultheßschen Statistiken ablesen läßt, welche sich ferner bei den Patienten von allen denjenigen vorgefunden hat, die Skoliotiker studiert und behandelt haben, ja sogar von Adams, Eulenburg und Lorenz, welche sich weiterhin bei Richer, Péré, Hasse[1]) und bei uns selbst sowie einem jeden gezeigt hat, der eine Anzahl „normale" Rücken einer genauen Beobachtung unterzogen hat, eine Neigung, welche (siehe Figg. 9 u. 20) unter Umständen durch die Inspiration vergrößert wird.

2. Eine Neigung der Rippen zur Bildung einer inframammillaren Delle, welche links tiefer ist als rechts und — gleichfalls unter Umständen — durch die Inspiration links tiefer als rechts einwärts gezogen wird.

3. Kräftige asymmetrisch gelagerte Muskelbündel der inneren Zwerchfellschenkel, welche auf der dorsolumbalen Grenze der Wirbelsäule in das Zwerchfell nach links gerichtet umbiegen und daselbst in der Richtung der linken Inframammillargegend verlaufen.

Diese drei Erscheinungen können unabhängig von einander keine Erklärung finden. Vor unsern Augen zeigt es sich, wie die Inspiration, d. h. der Zug des Zwerchfells, die linkskonvexe Lumbodorsalskoliose verschlimmert (Figg. 19 und 20), und die tiefere inspiratorische Delle der linken Inframammillargegend verursacht (Fig. 24). Wir stehen hier also nicht vor einer Deduktion oder

[1]) Vgl. R. Fick, l. c.

Schlußfolgerung, einer Hypothese oder Theorie, sondern vor einer Tatsache, einer direkten Beobachtung, welche uns lehrt, daß die asymmetrischen Bündel der inneren Zwerchfellschenkel bei jeder Inspiration an der lumbodorsalen Grenze der Wirbelsäule und der Inframammillargegend ziehen, so daß dieselben versuchen, sich gegenseitig zu nähern, kurz: daß der nach links gerichtete Verlauf der innern Zwerchfellschenkel der Wirbelsäule eine physiologische Neigung beilegt, sich in ihrer dorsolumbalen Grenze nach links zu krümmen.

Aus den nächsten Kapiteln wird nunmehr hervorgehen, daß hiermit der Einfluß des schief gerichteten Verlaufs der inneren Zwerchfellschenkel auf die Wirbelsäule noch nicht erschöpft ist, daß ein Teil der asymmetrisch gerichteten Kraft durch das Zwerchfell hindurch in die linke Lunge nach oben hin fortgepflanzt wird, wodurch auch dem mittleren Dorsalteil eine Neigung zur Abbiegung nach der rechten Seite hin, dem oberen Dorsalteil eine Neigung zur Abbiegung nach links beigelegt wird. Diese Neigung ist aber — wie aus Kapitel III hervorging — kleiner als diejenige der dorsolumbalen Grenze und von derselben abhängig. In der dorsolumbalen Grenze der Wirbelsäule haben wir somit das Punctum saliens der typischen Schlängelung zu erblicken, zu der die Wirbelsäule neigt, und zwar den primären oder Hauptsitz der physiologischen Skoliose. Und damit ist dem langwierigen Zweifel, welche der Krümmungen der physiologischen Skoliose — die mittlere oder die untere — die primäre ist, ein Ende gemacht: die untere, die lumbodorsale, welche gleichsam durch die Kontraktion der Zwerchfellmuskeln vor unsern Augen entsteht, ist die primäre Krümmung der physiologischen Skoliose.

III. Die Asymmetrie des Zwerchfells die indirekte Ursache der beiden oberen Krümmungen der physiologischen Skoliose[1]).

A. Das Vorhandensein stärkerer Längsspannungen in der linken — als in der rechten — Lunge.

Aus den vorhergehenden Kapiteln erhellte, daß die linke Zwerchfellhälfte mit größerer Kraft als die rechte an der Wirbel-

[1]) Ein beträchtlicher Teil von dem Inhalt dieses und des folgenden Kapitels findet sich ausführlicher in dem oben zitierten Aufsatz im 25. Bd. dieser Zeitschrift. Bezüglich Einzelheiten muß dahin verwiesen werden.

säule, sowie auch an den Rippen zieht. Die tiefere Einsenkung in der linken Mammillargegend findet nirgends in der rechten Thoraxperipherie ihr Aequivalent; hierdurch wird es ohne weiteres wahrscheinlich, daß die Kraft der linken Zwerchfellhälfte im ganzen größer ist als diejenige der rechten. — Dies ist aber nicht die Frage, welche uns hier interessiert, solange nicht die Widerstände bekannt sind, welche die beiden Zwerchfellhälften außerhalb der Lungen — in dem Mediastinum und der Bauchhöhle — bei ihrer Kontraktion zu überwinden haben. Die Frage, welche uns im Augenblick, nämlich in bezug auf die beiden oberen physiologischen Krümmungen, beschäftigen soll, lautet: Sind in der Regel die Zugspannungen in der linken Lunge größer als diejenigen in der rechten? — Ein Vergleich der inspiratorischen Schwankungen des Donders schen Druckes auf beiden Seiten stößt beim Menschen auf natürliche Beschwerden und nach dem Tode läßt sich nur ein eventueller Unterschied bestimmen, welcher nach — tiefer, der letzten — Exspiration möglicherweise übrig bleibt.

Untersuchungen von Heinsius (A. Heinsius, Onderzoekingen in't Physiolog. Laboratorium te Leiden, 6e reeks 1884) würden zwar dafür sprechen, daß beim Hunde nach dem Tode die linke Lunge in größerer Spannung verharrt als die rechte, indem ein mit der Trachea in Verbindung gebrachter Manometer im Durchschnitt einen mehr als zweimal größeren Anstieg zeigte bei Anbohrung der linken Pleura, wenn dieselbe nach der Anbohrung der rechten Pleurahöhle stattfand, als umgekehrt. Und obgleich die Zahl dieser Versuche zu klein ist, als daß eine Schlußfolgerung gerechtfertigt erscheinen könnte, so stoßen wir doch bei Kaninchenlungen auf eine ähnliche Erscheinung. Fig. 26 stellt die Lungen eines in Berlinerblaulösung ertränkten Kaninchens dar, welche wir Paltauf[1]) entnehmen: links ist das hellgefärbte, überdehnte Gebiet größer als rechts, indem die Aspirationsherde blauer Flüssigkeit in der Peripherie zahlreicher sind[2]). Ersteres deutet auf eine erheblichere Dehnung in der linken Lunge, letzteres auf einen schnelleren Zutritt der aspirierten Flüssigkeit in die linke — als in die rechte — Lunge hin. Diese beiden Tatsachen sprechen zugunsten einer kräftigeren inspiratorischen Erweiterung der linken als der rechten Lunge beim Kaninchen.

---

[1]) Paltauf, Ueber den Tod durch Ertrinken.

[2]) Letzteres ist in der Figur nicht ersichtlich; ist aber in der Paltaufschen Abbildung auffällig.

Es scheint also beim Hunde nach dem Tode der negative Thoraxdruck auf der linken Seite denjenigen der rechten zu überwiegen, und es wird der Mühe lohnen, ähnliche Bestimmungen beim Menschen anzustellen. Ueberdies scheint die linke Lunge eines Kaninchens beim Ertrinken eine kräftigere inspiratorische Dehnung zu erleiden als die rechte, und auch in dieser Beziehung wird — nach dem Tode ertrunkener Menschen — das Verhalten menschlicher Lungen festzustellen sein. Solange aber direkte Beobachtungen nicht vorliegen, sind wir auf folgende indirekte Angaben angewiesen, aus denen das Ueberwiegen der Kraft der linken Zwerchfellhälfte qua talis sich mit Wahrscheinlichkeit folgern läßt.

Fig. 26.



Lunge eines in Berlinerblaulösung ertränkten Kaninchens. (Nach Paltauf.) Die Dehnungsbeschränkung der kranialen und paravertebralen Lungengebiete ist rechts ausgiebiger als links — was mit einem Ueberwiegen der linkseitigen Inspirationskraft stimmen würde.

Die linke zweilappige Lunge ist, wie bekannt, kleiner als die rechte dreilappige. Sie ist also ceteris paribus quantitativ weniger dehnbar als die rechte, d. h. eine gleiche Kraft der Inspirationsmuskeln wird links eine geringere Vergrößerung und somit einen geringeren Gaswechsel bewirken. M. a. W. eine gleiche Dehnung der beiden Lungen würde ein Ueberwiegen der linksseitigen Inspirationskräfte erfordern. Vierordt[1]) sah den Größenunterschied zwischen den beiden aus dem Körper entfernten Lungen von 9 Proz. im kollabierten Zustande bis zu 18 Proz. bei maximaler Luftfüllung zunehmen. Die linke Lunge ist demnach nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ weniger dehnbar als die rechte. Da nunmehr aus der röntgenologischen Untersuchung Holzknechts[2]) hervorgeht, daß dennoch die linke Zwerchfellhälfte sich bei der Inspiration in gleichem Maße als die rechte senkt, so liegt die Schlußfolgerung auf der Hand, daß die linke Zwerchfellhälfte mit

---

[1]) Vierordt, Daten und Tabellen, Jena 1893.

[2]) Siehe Hofbauer und Holzknecht, Ueber den Mechanismus der Atemvertiefung. Mitteilungen aus dem Laboratorium für radiologische Diagnostik und Therapie. Holzknecht, Heft 2, S. 55. Fischer, Jena 1907.

größerer Kraft an der linken Lunge zieht als die rechte an der rechten Lunge.

Hiermit stimmt weiterhin die Tatsache überein, daß das Emphysema substantivum sich regelmäßig in stärkerem Maße in der linken als in der rechten Lunge vorfindet.

Daß eine Differenz in den Längsspannungen der beiden Lungen auf beiden Seiten der Wirbelsäule nicht ohne Bedeutung für die Form dieses gegliederten Stabes bleiben kann, möge aus den beiden folgenden Kapiteln hervorgehen.

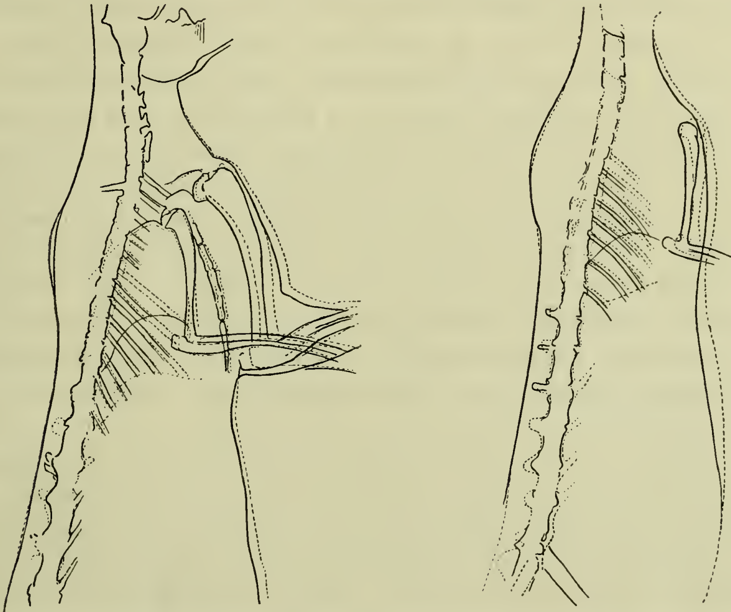
B. Die beiden oberen Krümmungen der physiologischen Skoliose die Folge größerer Längsspannungen in der linken als in der rechten Lunge.

Wir dürfen uns vorstellen, daß die Zugspannungen in den Lungen kurz nach der Geburt erregt werden, wenn eine Kontraktion der Inspirationsmuskeln die Rippen hebt und das Zwerchfell senkt, d. h. den Brustkorb erweitert und die Lungen in die Länge dehnt. Während des ganzen Lebens, ja sogar bis nach dem Tode, streben die Lungen danach, sich zu verkleinern; stets ziehen ihre beiden Spitzen (durch die kapilläre Flüssigkeitsschicht der Pleurahöhlen bzw. die oberen Rippen und die Mm. scaleni) die Halswirbel in kaudaler, stets auch ziehen ihre Bases, durch das Zwerchfell und seine Schenkel, die Lendenwirbel in kranialer — teils auch ventraler — Richtung. Eine jede der beiden Lungen mit den Inspirationsmuskeln an ihrem oberen und unteren Ende ist somit — in bezug auf die mechanischen Kräfte, welche sie auf die Wirbelsäule übermittelt — mit einem zweibäuchigen Muskel vergleichbar, deren sehniges Verbindungsstück sie bildet. M. a. W. der Respirationsapparat zieht während des ganzen Lebens (und sogar noch nach dem Tode) wie ein elastischer Draht, zwischen Hals und Lenden ausgespannt, an der Vorderseite der Wirbelsäule, welche er in ihrem Dorsalteil nach hinten zu krümmen bestrebt ist.

Daß dies in der Tat der Fall ist, haben wir dadurch gezeigt, daß wir ein an den Ohren aufgehängtes Kaninchen erst in der Narkose von der Seite her mit X-Strahlen photographierten, ein zweites Mal (in vollkommen derselben Haltung) nach dem Chloroformtode, ein drittes Mal nach beiderseitigem Anbohren der Pleurae parietales, wodurch atmosphärische Luft in die Pleurahöhlen drang

und die Zugspannungen in den Lungen aufgehoben wurden. Die beiden ersteren Photogramme zeigten je eine normale mediodorsale Kyphose von vollkommen gleicher Form und Größe, während diese Krümmung in dem letzten Bilde — d. h. nach der Anbohrung der Pleurae — fast ganz ausgeglichen erschien. Ein zweites Kaninchen, in gleicher Weise behandelt, zeigte genau dieselbe

Fig. 27.



Konturlinien der Röntgenaufnahmen zweier frisch getöteten Kaninchen.

——— = vor } beiderseitigem Anbohren der Brustwand und der beiden Pleurae
------- = nach } parietales.

Mit dem Wegfall der Zugspannungen in den Lungen verschwindet die Dorsalkrümmung in der Wirbelsäule zum großen Teil.

Abflachung der Dorsalkrümmung. Derjenige Teil der normalen dorsalen Kyphose, welcher durch die Anbohrung der Pleurahöhlen verschwand, muß sicher als die Folge der Zugspannungen im Respirationsapparat aufgefaßt werden und der Teil, welcher nicht verschwand, wahrscheinlich auch, weil die Enden des seichten Restes vollkommen mit denjenigen der ursprünglichen Krümmung zusammenfielen.

Jede Inspiration besteht aus einer Kontraktion der Muskeln

am oberen und unteren Ende der Lungen, wobei also der Respirationsapparat bestrebt ist, sich zu verkürzen, indem die Zugspannungen in denselben sich erhöhen. Wäre die Wirbelsäule ein lebloser Stab, so würden Hals- und Lendenteil sich also bei der Inspiration mehr nähern und der Dorsalteil würde sich bei der Inspiration mehr nach rückwärts biegen, bis die Spannungen auf ihrer konvexen Seite den größeren Spannungen auf der Vorderseite das Gleichgewicht hielten. M. a. W. jede Inspiration würde die normale dorsale Kyphose verstärken, der Kopf würde eine (wenn auch leichte) Senkung erfahren und die Lungen würden in geringerem Maße gedehnt werden. — Bekanntlich geht aber die Inspiration beim normalen Menschen nicht mit einer Senkung, sondern mit einem Heben des Kopfes und einer deutlichen Abplattung der normalen interskapulären Kyphose einher. Wir haben daraus zur Zeit gefolgert[1]), daß dazu die Streckmuskeln in Tätigkeit gesetzt werden müssen, und haben ermittelt, daß tatsächlich die Mm. spinales dorsi — bei nicht zu fetten Individuen auf beiden Seiten der Processus spinosi fühlbar — sich bei jeder Inspiration rhythmisch kontrahieren. Die Mm. spinales dorsi — und wohl auch andere Rückenstrecker — unterstützen somit durch ihre rhythmischen Kontraktionen die inspiratorische Verlängerung der beiden Lungen [2]).

Daß in der Tat die Inspiration eine Zunahme der Längsspannungen in den Lungen bewirkt, zeigte sich weiterhin bei bestimmten — zum Teil pathologischen — Zuständen. So fanden wir, daß im Schlaf die normale dorsale Kyphose bei jeder Einatmung verstärkt und dabei der Kopf im ganzen nach abwärts und vorne — anstatt nach aufwärts und hinten — verlagert wurde. Dasselbe beobachteten wir bei Inanitionszuständen (Bd. XXV, l. c. S. 743, Fig. 5) und in Fällen von Melancholie. In den letzten Fällen suchten wir vergebens nach einer fühlbaren inspiratorischen Kontraktion der Rückenstrecker. Wir dürfen daher annehmen, daß dabei die Rückenstrecker diese Tätigkeit teilweise oder ganz aufgegeben hatten. Und es bedeutet somit der Ausdruck „von Sorgen gebeugt“: „von Atemkräften gebeugt, weil die Rückenstrecker ihre Tätigkeit aufgaben.“ Ganz denselben Einfluß der respira-

[1]) Siehe Bd. XXV dieser Zeitschrift l. c. 1910.

[2]) Auch Rudolf Fick hat später die Wirbelsäulenstrecker als Hilfsmuskeln für die Einatmung bezeichnet. Siehe R. Fick, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, Bd. 3, S. 197. Fischer, Jena 1911.

torischen Kräfte beobachten wir öfter bei dem dorsalen Pottschen Buckel, welcher somit durch jede Inspiration verstärkt, d. h. spitzer gemacht wird, was bei der Behandlung dieses Zustandes Beachtung finden soll.

Es ist somit die Summe der Längsspannungen in den beiden Lungen die Ursache der normalen interskapulären Kyphose der Wirbelsäule. Und die Größe dieser Krümmung wird bestimmt durch das Verhältnis zwischen den Längsspannungen der Lungen auf der Vorderseite der Wirbelsäule und der Wirkung der Rückenstrecker auf ihrer Hinterseite.

Diese Wirkung der Lungenspannungen auf die Wirbelsäule wird verständlich, wenn man sich den Bronchialbaum (ohne Lungenbläschen) mit den Enden seiner Verzweigungen an der inneren Brustwand festgeklebt denkt: Eine Senkung des Zwerchfells oder auch eine Hebung der oberen Rippen — kurz, eine Inspiration — erhöht die Längsspannungen in den Bronchien, welche wie eine Saite den Bogen der Wirbelsäule, an deren Seiten- und Vorderfläche sie ausgespannt sind, stärker zu krümmen bestrebt sind. Und hierin bringt offenbar das Bläschensystem (welches bei Dehnung in der Längsrichtung eine — wenn auch schwache — Neigung hat, sich in seiner Mitte zu verengern und somit die dorsale Krümmung der Wirbelsäule zu strecken) keine Aenderung.

Wie dem auch sei, sicher ist, daß die Summe der Längsspannungen in den beiden Lungen den mittleren Brustteil der Wirbelsäule nach hinten zu krümmen bestrebt ist. Dies gilt für Fälle, in denen die Spannungen in den beiden Lungen gleich sind. Wenn aber die Längsspannungen in einer Lunge — z. B. der linken — stärker sind, läßt sich nicht erwarten, daß die Abbiegung, welche die gesamten Spannungen der beiden Lungen im mittleren Dorsalteil veranlassen, dennoch in der Sagittalebene stattfinden wird; sondern es muß angenommen werden, daß derselbe zu gleicher Zeit eine Konvexität nach der schwachen — in casu der rechten — Seite hin zeigen wird. Es ist bekannt, daß die mittlere Krümmung der physiologischen Skoliose ihren Scheitelpunkt in derselben Höhe hat wie die normale interskapuläre nach rückwärts konvexe Krümmung. In der mittleren Krümmung der physiologischen Skoliose benimmt sich also die Wirbelsäule, als gehorche sie größeren Längsspannungen der linken Lunge. Hat sich im vorhergehenden ergeben, daß die unterste Krümmung der physiologischen Skoliose entsteht durch

direkte Einwirkung der beiden inneren Zwerchfellschenkel auf die Wirbelsäule, so dürfen wir in den Fällen, in denen die mittlere Krümmung sich an die untere anschließt, dieselbe als die Folge ihrer indirekten Einwirkung auf die Wirbelsäule betrachten und zwar veranlaßt durch die asymmetrisch gerichteten Schenkelbündel, welche sich an der Senkung der linken Zwerchfellhälfte beteiligen und in der linken Lunge Längsspannungen erzeugen, welche nicht in der rechten Lunge erregt werden, m. a. W. durch die größeren Spannungen, welche die inneren Zwerchfellschenkel in der linken Lunge erzeugen.

Für das richtige Verständnis der Entstehung der beiden unteren Krümmungen der physiologischen Skoliose reichen also die Ergebnisse der tagtäglichen Erfahrung hin. Für dasjenige der Entstehung der obersten Krümmung ist einige Kenntnis erwünscht von der Art und Weise, in der die Kräfte, welche auf der Lungenoberfläche angreifen, sich in ihrem Innern fortpflanzen. Hier streift somit der Orthopäde das Gebiet der inneren Medizin, und eine Studie über die Fortpflanzung der Atemkräfte in den Lungen — obgleich in diesem Zusammenhang entstanden — haben wir in den „Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie, Januar 1913" niedergelegt, weil sie den Verhältnissen der vorliegenden Arbeit entwachsen erschien. Aus dieser Studie hat sich ergeben, daß der Bronchialbaum (mit den ihn begleitenden Gefäßen und Septis) das Maß der Dehnung in den verschiedenen Teilen der Lunge — bei der normalen Atmung, sowie bei der Ueberdehnung, dem Emphysen — bestimmt [1]). Es beschränkt die Trachea mit den Hauptbronchien die Längsdehnung, welche die kranialen Lungenbläschen der beiden Lungen durch das Zwerchfell erfahren könnten, gleichwie die Hauptbronchien mit je ihrem Oberlappen- und Stammbronchus die Dehnung beschränken, welche die paravertebralen Bläschen je einer Lunge durch den transversalen Zug der kostalen Atmung erfahren könnten. Für den Augenblick aber ist es von Interesse, daß weiterhin von der Peripherie nach dem Zentrum sowohl die Senkung des Zwerchfells als auch die Dehnung der Lungenbläschen abnehmen unter dem Einfluß der in dieser Richtung zunehmenden Dicke der Bronchien. In den dicken zentralen Bronchien häufen sich viel größere Spannungen an als in

[1]) Für die Beweisführung muß auf den Aufsatz selbst — M. Jansen, Die mechanische Bedeutung der Bronchien, Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie 25. Bd., 5. Heft — hingewiesen werden.

den sie umgebenden zentralen Lungenbläschen. Zwar entnehmen diese zentralen Bronchien die Spannungen den dünneren peripheren und letztere wieder den an der pleuralen Oberfläche gelegenen Lungenbläschen, welche die Uebermittlung der Kräfte des Zwerchfells (durch die kapilläre Flüssigkeitsschicht) besorgen. Aber anderseits werden auch wieder von den zentralen Bronchien längs den Oberlappenbronchien durch die pleural gelegenen Bläschen der Lungenspitze Längsspannungen auf die oberen Brustwirbel und Rippen übermittelt, welche (durch die kapilläre Flüssigkeitsschicht) eine Zugwirkung auf diese kranialen Thoraxteile ausüben. Wenn also die linke Zwerchfellhälfte größere Spannungen durch die linke Lunge sendet als die rechte durch die ihrige, so muß erwartet werden, daß die oberen Rippen der linken Seite mit mehr Kraft nach abwärts gezogen werden als diejenigen der rechten Seite, während zugleich diese Rippen und die oberen Brustwirbel mit mehr Kraft sich zu nähern bestrebt sind als auf der rechten Seite, d. h. eine Verlagerung der letzten nach der linken Seite hin angestrebt wird. Halls Dally[1]) fand dementsprechend, daß sich bei der Inspiration die linke Hälfte des Halses weniger erweitert als die rechte, die linke Schulter sich weniger hebt, die oberen Rippen links sich weniger von der Medianlinie entfernen als rechts, eine Tatsache, welche um so mehr Bedeutung erlangt, indem er in einem niedrigeren Thoraxteile links eine größere inspiratorische Erweiterung beobachtete als rechts. Zwar können bei diesen letzteren Unterschieden auch andere Umstände eine Rolle spielen, wie z. B. Unterschiede in der Dehnbarkeit oder in dem Volumen der beiden Lungen u. a. m., aber die Verlagerung des zweiten und dritten Brustwirbels nach der linken Seite hin ist nicht abhängig von einer geringeren Dehnbarkeit oder einem kleineren Volumen der linken Lunge (vgl. S. 73 u. 74). Dieselbe beweist ein Ueberwiegen der ziehenden Kräfte auf der linken Seite, bei deren Uebermittlung die Bronchien beteiligt sind, und beleuchtet zu gleicher Zeit die übrigen, von H. Dally hervorgehobenen Erscheinungen.

Die oberste Krümmung der physiologischen Skoliose, deren Existenz gebunden erschien an diejenige der beiden unteren, ist somit, gleich diesen beiden, als die Folge eines Ueberwiegens der Zugspannungen in der linken Lunge zu betrachten, dessen Ursache

[1]) Dr. F. F. Halls Dally, Journal of Anatomy and Physiology, Vol. 43, Inquiry into the physiological mechanism of respiration.

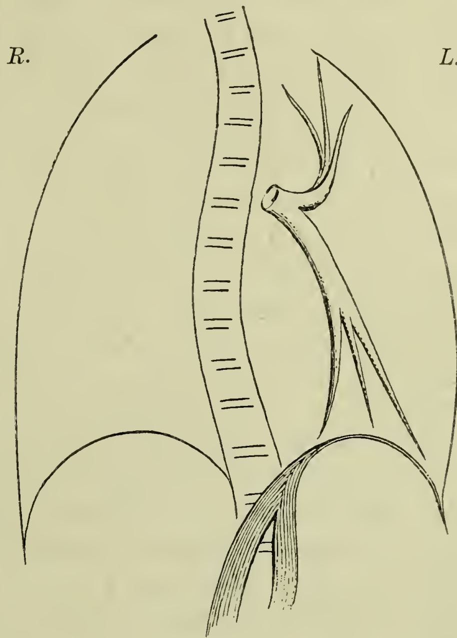
wir erblickten in der Tatsache, daß das rechte Crus internum diaphragmatis — anstatt die inspiratorische Verlängerung der rechten Lunge zu besorgen — seine Bündel (entweder alle oder zum großen Teil) über die Medianlinie hin in die linke Zwerchfellhälfte sendet und seine Kräfte zur inspiratorischen Dehnung der linken Lunge verwendet.

Wenn im obigen dargetan ist, daß die oberste Krümmung der physiologischen Skoliose betrachtet werden muß als die Folge einer größeren Kraft, welche von der linken Zwerchfellhälfte durch die Bronchien (samt Gefäßen und Septis) und Lungenbläschen nach den oberen Brustwirbeln hin fortgepflanzt wird, so darf es beim ersten Anblick Befremden erregen, daß nicht gleicherweise die mittleren Brustwirbel durch diese Kraft nach links verlagert werden. Die Tatsache, daß letztere gerade nach der entgegengesetzten — d. h. der rechten — Seite hin gedrängt werden, findet ihre Erklärung in dem Verlauf der Bronchien. Es verlaufen keine Bronchien von dem Zwerchfell nach den mittleren Brustwirbeln, um darauf mit Hilfe der (pleuralen) Lungenbläschen eine Zugwirkung auszuüben. Sie verschmelzen vielmehr alle — wie bekannt — mit dem Stamm- und Hauptbronchus, auf welchen sie ihre Spannung übermitteln. Zwar entweicht ein Teil dieser Spannungen durch die Trachea — deren inspiratorische Dehnung sich sogar in einer Senkung des Kehlkopfes zeigt —, im übrigen aber pflanzen sie sich fort in die Oberlappenbronchien, welche zusammen mit den kaudalen Bronchien mit einer zwischen Lungenbasis und Lungenspitze ausgespannten Saite vergleichbar sind. Das Schema der Fig. 28 erläutert dies des näheren. Und das Uebergewicht an Kraft, welches längs dem linken (im Vergleich zum rechten) Hauptbronchus die Trachea möglicherweise erreicht, mag die Ursache für die Tatsache sein, daß dieselbe normaliter in ihrem unteren Teil links von der Medianlinie gelagert ist, was gerade durch ihre lockere Umgebung ermöglicht wird, ohne daß dadurch die Form der Wirbelsäule beeinflußt zu werden braucht.

Zusammenfassend ergibt sich also, daß ein beträchtlicher Teil der Zwerchfellkräfte fortgepflanzt wird durch die Bronchien, welche nach dem Hilus hin konvergieren. Daselbst teilen sie sich in zwei Gruppen: eine, welche längs dem Hauptbronchus nach der Trachea hin entweicht, die zweite, welche längs den Oberlappenbronchien nach den oberen Rippen und den oberen Brustwirbeln fortgepflanzt

wird. Die erstere Gruppe hat keinen Einfluß auf die seitlichen Abbiegungen der Wirbelsäule, wenn nämlich von der geringfügigen Bedeutung der leichten linkseitigen Verlagerung des unteren Trachealabschnittes in ihrem lockeren Bindegewebe abgesehen werden darf. Der Einfluß der zweiten Gruppe ist aber vergleichbar mit dem der Taue eines Schiffes, welche von dem Deck nach dem Topp des Mastes konvergieren. Jede Erhöhung der Spannungen in den Tauen auf einer Seite, z. B. durch Verkürzung erzeugt, veranlaßt das obere Ende des Mastes, sich nach der betreffenden Seite hin zu neigen und die Mitte desselben nach der anderen Seite hin abzubiegen. In ähnlicher Weise richten sich die Bronchien, wie gedehnte Stränge, von der Lungenbasis nach den oberen Rippen und oberen Brustwirbeln hin. Kein einziger Bronchus biegt sich nach den niedriger gelagerten Brustwirbeln unterhalb des Hilus, d. h. unterhalb des fünften Brustwirbels. Ein Ueberwiegen der Spannungen der linkseitigen Bronchien zieht somit auf der linken Seite die oberen Rippen mehr abwärts, die oberen Brustwirbel mehr nach links, indem die Mitte der Dorsalwirbelsäule mehr nach rechts abbiegt. Und hierbei wird den Bronchien von den Gefäßen und Septis Hilfe geleistet.

Fig. 28.



Schema zur Erläuterung des Einflusses welchen der asymmetrische Verlauf der innern Zwerchfellschenkel auf die Wirbelsäule und die Rippen ausübt.

Die Rippen werden durch das Zwerchfell links kräftiger einwärts gezogen als rechts (infra-mammilläre Einsenkung der linken Seite) und der 12. Brust- und 1. Lendenwirbel werden nach links gezogen (untere Krümmung der physiologischen Skoliose). Dieses Uebergewicht an Kraft wird zum großen Teil längs den Bronchien fortgepflanzt nach den oberen Rippen und Brustwirbeln: die oberen Rippen sind links niedriger (niedrige linke Schulter), die oberen Brustwirbel werden nach links gezogen mit mehr Kraft als nach rechts (obere Krümmung der physiologischen Skoliose). Die linke Lunge, der linke Bronchialbaum, ist in größerer Spannung als die (der) rechte. Die Brustwirbelsäule biegt in ihrer Mitte nach rechts wie ein Stab, welcher auf einer Seite von einer Saite unterspannt wird, mit welcher auf der anderen Seite keine Kraft das Gleichgewicht hält (mittlere Krümmung der physiologischen Skoliose).

Zwar werden die paravertebralen Lungenbläschen, welche jedoch in der Längsrichtung gedehnt werden, in transversaler Richtung eine Zugwirkung auf die mittleren Brustwirbel ausüben; aber ihre Dehnung in der Längsrichtung ist eine geringfügige — wie wir ersahen — und somit auch ihre Zugwirkung in transversaler Richtung. So läßt sich begreifen, daß diese Zugwirkung der schwachen paravertebralen Lungenbläschen keine Aenderung in dem Effekt der kräftigen Längsspannungen bringt, welche das Zwerchfell den Bronchien erteilt.

In den Schlängelungen der physiologischen Skoliose benimmt sich also die Wirbelsäule, als gehorche sie einer Differenz zwischen der Kraft der Lungenspannungen auf ihren beiden Seiten, d. h. einem Ueberwiegen der Längsspannungen in der linken Lunge. Haben wir früher dargetan, daß die normalen sagittalen Krümmungen der menschlichen Wirbelsäule durch die Summe der Spannungen in den beiden Hälften des Respirationsapparates beherrscht werden, so haben wir im obigen Gründe vorgeführt für die Annahme, daß die Krümmungen der physiologischen Skoliose ihre Ursache in einer Differenz der Spannungen in diesen beiden Hälften finden.

Gegen diesen Parallelismus zwischen den normalen sagittalen Krümmungen und den seitlichen der physiologischen Skoliose sträubt sich beim ersten Anblick die Differenz in ihrer Lagerung; nur die mittlere der drei Krümmungen der beiden Gruppen liegt in derselben Höhe in der Wirbelsäule, während die beiden äußersten der normalen Krümmungen im Lenden- und Halsteil gelagert sind und diejenigen der seitlichen auf den Brustteil beschränkt bleiben. Es ist aber zu bemerken, daß die axial gerichteten Kräfte der Zwerchfellschenkel an dem dritten und vierten Lendenwirbel angreifen, indem die seitlich gerichtete Kraft derselben, d. h. die direkte Ursache der untersten der drei seitlichen Krümmungen, an der Stelle ihres Umbiegens in der Höhe des 12. Brust- und 1. Lendenwirbels angreift. Die Stelle der obersten sagittalen Krümmung im Halsteil wird bestimmt durch die Bündel der Scaleni, deren größte Zahl in dem mittleren Halsteil angreift, indem sie, ohne daß irgend ein Grund besteht für die Annahme einer Differenz an Kraft zwischen denen der rechten und der linken Seite, zusammenwirken, um die Halswirbelsäule in seitlichen Richtungen (siehe Bd. XXV dieser Zeitschr., S. 767, Fig. 21) bis zum dritten Brustwirbel zu fixieren. Das Gebiet der Wirbelsäule, auf welches die Differenz der Kraft der Zwerchfellhälften einwirkt, ist mithin kürzer als dasjenige, auf welches die Summe der respira-

torischen Kräfte ihren Einfluß geltend macht, und beide decken sich in Einzelheiten mit der Lage der physiologischen bzw. der normalen sagittalen Krümmungen. Es spricht demnach alles dafür und nichts dagegen, daß die Summe der Zugspannungen in den beiden Hälften des Respirationsapparates für die normalen sagittalen Krümmungen der Wirbelsäule das ist, was ihre Differenz bedeutet für die seitlichen Krümmungen der physiologischen Skoliose. In den nachfolgenden Kapiteln wollen wir die verschiedenen Formen der physiologischen Skoliose in diesem Sinne betrachten, gleichwie ihre übrigen Eigenschaften. Und es wird daraus hervorgehen, daß die physiologische Skoliose in allen ihren Erscheinungen als die Folge des asymmetrischen Verlaufs der inneren Zwerchfellschenkel, d. h. der überwiegenden Kraft der linken Zwerchfellhälfte aufzufassen ist.

Eine nähere Stütze für die obigen Betrachtungen bieten die Tierversuche, welche von v. Lesser angestellt wurden, indem er bei Kaninchen einen N. phrenicus durchtrennte: von elf Tieren, die die Durchschneidung des rechten N. phrenicus am Halse überlebten, zeigte ein Kaninchen (drei Tage nach der Operation) keine Aenderungen an der Wirbelsäule. Bei den übrigen zehn entwickelte sich eine linkskonvexe dorsolumbale Skoliose, welche sich bei zwei Tieren über die ganze Wirbelsäule ausdehnte (Scoliosis totalis sinistra), während sich bei den acht übrigen eine höhere rechtskonvexe Dorsalkrümmung anschloß [1]). Zehn Kaninchen, welche eine Durchschneidung des linkseitigen N. phrenicus überlebten, zeigten eine rechtskonvexe Skoliose, durchweg im unteren Teil der Wirbelsäule beginnend, an welche sich in sechs Fällen eine linkskonvexe Brustkrümmung anschloß.

Offenbar unter dem Einfluß der Hueterschen Rippentheorie stellte v. Lesser diese Versuche an zu dem Zwecke, zu ermitteln, „ob für die Skoliosen jugendlichen Alters eine urprüngliche Formveränderung der Rippen als die primäre Ursache der Wirbelsäulendeviation angenommen werden darf [2])" und „den Anteil zu prüfen, welchen eine ungleiche Entwickelung der Rippen an den beiden

---

[1]) Virchows Archiv, Bd. 113, S. 17 ff.

[2]) Bericht über die Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft f. Chirurgie, IX. Kongreß, 1880.

Thoraxhälften ausübt auf die skoliotische Torsion der Wirbelsäule [1])". „Auf der Seite der Zwerchfellähmung tritt eine deutlich wahrnehmbare kostale Respirationstätigkeit auf," so sagt er weiterhin, „als deren Folge sich ein rascherer Uebergang der Thoraxform der gelähmten Seite aus dem kindlichen Zustand in denjenigen erwachsener Individuen ergibt, während auf der nicht gelähmten Seite der kindliche Zustand erhalten bleibt [2])." Wegen der Entstehung der Skoliosen glaubte v. Lesser nun durch diese seine „Experimente die Theorie der Entwickelungsskoliosen" — d. h. die Huetersche Rippentheorie — „wesentlich gestützt zu haben [2])".

Weiterhin verglich v. Lesser bei 275 Menschen mit einer Erkrankung der Wirbelsäule den Widerstand, den die palpierende Hand unter dem linken Rippenbogen empfand, mit demjenigen unter dem rechten [3]). In 62 Fällen war eine „bemerkenswerte Verschiedenheit in der Kraft des Zwerchfells [4]) („Zwerchfellsdruck") bzw. in der Atmungserweiterung beider Thoraxhälften" nachweisbar. 55mal war der Zwerchfellsdruck rechts stärker, 7mal links stärker. Er betont, „daß die größere Stärke des Zwerchfellsdruckes auf der rechten Seite nicht etwa mit der größeren Resistenz der unteren Rippengegend wegen der hier vorliegenden Leber zusammenhängt". „Ich habe," so sagt er, „wohlbewußt auf diese Fehlerquelle in allen Fällen Rücksicht genommen." — In welcher Weise er solches getan hat, erwähnt er aber nicht, und deshalb ist für uns der größere „Zwerchfellsdruck" der rechten Seite die Folge der rechtseitigen Lage der Leber, welche mit einer viel größeren Oberfläche (und somit in stärkerem Maße) die Kräfte des Zwerchfells empfängt und auf die palpierende Hand übermittelt, als die kleineren, leichter verschieblichen Teile der linken Seite. — v. Lesser stellte letztere Beobachtungen an, indem er von der Vorstellung geleitet wurde, daß Skoliosen „auf ererbten Eigenschaften der Innervation und Koordination der Muskulatur beruhen [3])". Und im Anschluß an diese Vorstellung hat Erb Versuche über die Reizbarkeit der Nn. phrenici bei Skoliotischen in Angriff genommen [3]), deren Ergebnisse aber nicht bekannt geworden sind.

---

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1884, Nr. 38.

[2]) Bericht über die Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft f. Chirurgie, IX. Kongreß, 1880.

[3]) Virchows Archiv, Bd. 113, S. 33.

[4]) Wir spationieren.

Die Vorstellungen, welche v. Lesser geleitet haben, finden ihre Kritik in den vorhergehenden Seiten. Dennoch zwingt der Ernst, mit dem er an die Frage von dem Einfluß der Zwerchfellwirkung auf die Wirbelsäule herangetreten ist, uns zur höchsten Achtung für den Mann, dessen Geistesauge unglücklicherweise durch die Huetersche Irrlehre geblendet wurde, und es bleiben nichtsdestoweniger die Ergebnisse seiner Tierversuche für uns von dauerndem Wert.

IV. Die vier klinischen Formen der physiologischen Skoliose im Zusammenhang mit der Asymmetrie des Zwerchfells.

Ging aus den obigen Kapiteln hervor, daß das Uebergewicht an Kraft der linken Zwerchfellhälfte nach den oberen Brustwirbeln und Rippen hin fortgepflanzt wird, und zu den drei physiologischen Krümmungen Veranlassung geben konnte, so läßt sich dennoch begreifen, daß diese Kräftedifferenz nicht in allen Fällen die höchsten Teile der Wirbelsäule zu erreichen braucht.

Es muß daran erinnert werden, daß die Asymmetrie der Crura bei verschiedenen Individuen große Verschiedenheiten aufweist. Indem bei manchen sämtliche Bündel der beiden inneren Schenkel sich in die linke Zwerchfellhälfte stürzen, bleibt bei anderen ein Teil des Crus internum dexter für die rechte Hälfte des Zwerchfells erhalten (vgl. S. 63, Fig. 18). Bisweilen zweigen sogar einige Bündel des linken Crus zwischen Hiatus aorticus und Speiseröhrenschlitz — die konstante Verbindungsbrücke des rechten Schenkels kreuzend — nach der rechten Seite hin ab; und gleichwie die Asymmetrie in der Anordnung der Schenkelbündel eine verschiedene ist, so ist aus begreiflichen Gründen auch die Richtung ihres Zuges — d. h. die schief gerichtete Resultante ihrer Kräfte — eine verschiedene bei verschiedenen Individuen. M. a. W. aus unserer anatomischen Untersuchung einer Reihe von Zwerchfellen geht hervor, daß der Winkel, welchen die Resultante der Kräfte der asymmetrisch gerichteten Zwerchfellschenkelbündel mit der Sagittalebene machen, bei verschiedenen Individuen ein verschiedener ist. Wenn also in den umstehenden Figuren (siehe Fig. 29 und 30) M die Medianlinie darstellt, so ist bei einigen Individuen der asymmetrische Zug des Zwerchfells (Z) mehr vertikal (Fig. 29), bei anderen mehr transversal (Fig. 30) gerichtet. Es ist nun ohne weiteres klar, daß im ersten

Fall der transversale Zug pq, welcher die untere Krümmung der physiologischen Skoliose veranlaßt, klein ist im Verhältnis zu dem Zuge qr, welcher durch die linke Lunge nach dem oberen Dorsalteil hin fortgepflanzt wird, und daß somit die Gefahr einer dreifachen Form relativ groß ist. Im zweiten Falle dahingegen beschränkt sich die Gefahr der Abbiegung vielmehr auf die dorsolumbale Grenze und ist die Aussicht auf eine einfache Form größer als im ersteren Fall. Es läßt sich demnach eine Asymmetrie der Cruralbündel denken, die gerade groß genug ist, um durch direkten Zug die unterste der drei Krümmungen zu bewirken, aber zu klein, um die Längsspannungen der linken Lunge soviel zu erhöhen, daß dieselben einen höheren Teil der Wirbelsäule zur Abbiegung veranlassen könnten. Es entsteht sodann die Scoliosis physiologica simplex. Zwischen den für die dreifache und die einfache Form erforderlichen Kräften stehen begreiflicherweise diejenigen, welche für die doppelte Form der physiologischen Skoliose nötig sind.

Fig. 29.

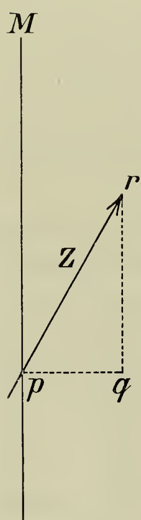
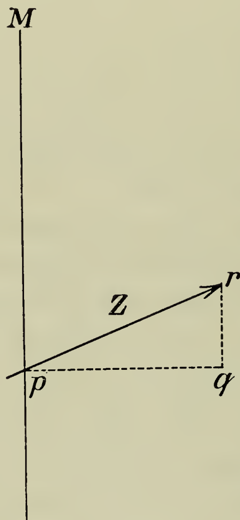


Fig. 30.



Es sei gleich darauf hingewiesen, daß noch eine Anzahl anderer Faktoren ihren Einfluß geltend machen können, um den Effekt der Cruralbündel zu beschränken, bzw. denselben zu verstärken; daß m. a. W. die Zahl der physiologischen Krümmungen nicht ohne weiteres als ein Maß erachtet werden muß für die Größe der Asymmetrie der Zwerchfellschenkel. Nichtsdestoweniger sind die drei typischen Krümmungen der physiologischen Skoliose aufzufassen als drei Grade — oder drei verschiedene Entfernungen, — in denen die Differenz an Kraft zwischen den nach links und rechts gerichteten Bündeln der Crura interna diaphragmatis fortgepflanzt wird.

Es kann nun wohl kaum mehr Wunder nehmen, daß die mittlere und die obere der drei physiologischen Krümmungen — im Gegensatz zu der unteren — nicht als gesonderte Skoliosenformen

an der Asymmetrie der (Schultheßschen) Statistiken beteiligt sind. Denkt man sich nämlich in Fig. 29 den Zug Z allmählich mehr vertikal gestellt, bis pq = o wird, so durchläuft derselbe eine Periode, in welcher die Kraft für die beiden oberen Krümmungen groß, für die untere klein ist. Wir begegnen denn auch in der Klinik dreifachen physiologischen Skoliosen, deren untere Krümmung im Verhältnis zu den oberen ganz geringfügig ist. Sobald aber qr sein Maximum erreicht hat, ist pq = o geworden und trägt der Zug Z nur zur Bildung bzw. Verstärkung der sagittalen Krümmungen bei. Wenn dagegen in der Fig. 30 der Zug Z noch mehr transversal gerichtet wird (so daß qr = o wird), so werden zwar nicht mehr die beiden oberen, wohl aber die unterste Krümmung gebildet werden können. So wird es verständlich, daß die beiden oberen physiologischen Krümmungen nicht unabhängig von der unteren vorkommen, während hingegen die untere Krümmung, gesondert, ihr Spiegelbild viele Male an Frequenz übersteigt. Und gerade aus diesem Grunde kann der Name komplizierte „Dorsal"skoliose weder für die doppelte noch für die dreifache physiologische Skoliose geeignet erachtet werden. Will man diese mehrfachen Formen „kompliziert" nennen, so kann auch in diesem Falle nur der Name komplizierte Lumbodorsalskoliose übernommen werden.

Wie weit diese theoretischen Betrachtungen sich mit den Tatsachen decken, wird aus dem Vergleich zwischen der Wirbelsäulenform einer Anzahl von Patienten mit physiologischen Skoliosen und der Form ihres Zwerchfells hervorgehen können. Vorderhand sollen sie nur dartun, daß die Asymmetrie der inneren Zwerchfellschenkel drei von den vier Skoliosenformen, denen die Schultheßschen Statistiken ihre Asymmetrie verdanken, völlig erklärt. Das gute Recht des Namens „physiologische" Skoliosen ist damit für diese drei Formen bewiesen; und, weil die physiologischen Kräfte, welche für dieselben verantwortlich sind, respiratorischen Ursprungs sind, dürften sie ebenso richtig Scoliosis respiratoria simplex (a), duplex (a + b) und triplex (a + b + c) heißen, oder aber einfache (a), doppelte (a + b) und dreifache (a + b + c) Atmungsskoliosen. — Hat man bisher jede doppelte und dreifache Skoliose als entstanden betrachtet aus einer „primären" Krümmung, welcher sich durch Aequilibrierung „sekundäre", „kompensatorische" oder „komplizierende" Krümmungen zugesellt hatten, so sehen wir nunmehr die Möglichkeit, daß die Asymmetrie der

Atemkräfte zwei und drei Krümmungen auf einmal entstehen läßt, wodurch der Begriff der „sekundären“ oder „Gleichgewichts“krümmungen eine Einschränkung erfährt. Bei der Entstehung der doppelten und dreifachen Atmungsskoliose ist mehr im Spiel als eine einfache Gleichgewichtswirkung der Wirbelsäule. Dieselbe Kraft, welche die unterste Krümmung direkt veranlaßt, geht — wenigstens zum Teil — durch die Lungen hindurch nach den oberen Teilen der

Fig. 31.



Rachitischer Sitzrücken. Die lumbodorsale arkuäre Kyphose zeigt sich deutlich.

Wirbelsäule hin, um indirekt die mittlere bzw. die obere Krümmung zu veranlassen. Hier besteht Mehrfältigkeit durch Differenz der beiderseitigen Lungenspannungen. Und so erklärt es sich, daß die linkskonvexe Lumbodorsalskoliose von etwa zweimal soviel „Neben“-krümmungen begleitet wird als ihre niedriger gelagerte Schwester, die Lumbalskoliose (vgl. Fig. 6 u. Fig. 9), kurz, das dritte Kardinalsystem der physiologischen Skoliose, d. h. die hohe Frequenz der Nebenkrümmungen der linkskonvexen Lumbodorsalskoliose.

Drei von den vier Skoliosenformen, welche wir als „physiologische“ bezeichnet haben, finden also im obigen eine Erklärung in

dem Ueberwiegen der Kraft der linken Zwerchfellhälfte. Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob auch die vierte und letzte Form, welche in der Asymmetrie der Schultheßschen Statistiken einen etwa gleichen Anteil hat als die drei übrigen Formen, nämlich die „Scoliosis totalis sinistra“, gleichfalls durch die respiratorische Asymmetrie hervorgerufen werden kann. Gerade wegen ihrer Beteiligung in der Asymmetrie der Statistiken unterschied sie sich mit diesen drei klinischen Skoliosenformen von allen übrigen und erforderte einen Platz unter den physiologischen Skoliosen.

Fig. 32.



Dasselbe Kind der Fig. 31.
Die Schwerkraft akzentuiert und fixiert in der vertikal gestellten Wirbelsäule eine irgendwie eingeleitete Krümmung. Die drei respiratorischen seitlichen Krümmungen begleiten hier die Sitz-Kyphose.
Gleichwie in der letzten, so hat die Schwerkraft sicher ihren Anteil in den drei ersteren.

Wir haben S. 40 darauf hingewiesen, daß ein Wegfall der mittleren Krümmung aus der dreifachen Form (a + b + c) das Bild der Scoliosis totalis sinistra (a + c) darbieten muß. Es erhebt sich mithin die Frage: Unter welchen Bedingungen wird der nach links gerichtete Zug der inneren Zwerchfellschenkel auch den mittleren Dorsalteil der Wirbelsäule in der Richtung der untersten, sowie der obersten, d. h. nach links, richten? — Wir wissen, daß die dreifache Form schon im ersten Lebensjahre während des Sitzens des Kindes ihre Entstehung finden kann (siehe Fig. 31 und 32) und daß diese Form in den Schuljahren nicht mehr entsteht, wenigstens der Hauptsache nach sich nur verschlimmert (vgl. S. 24), während hingegen zu dieser Zeit — also während des andauernden Sitzens — die linksseitige Totalskoliose sich oftmals einstellt. Es ist gleichfalls bekannt, daß im allgemeinen eine weiche — d. h. junge (und a fortiori rachitische) — Wirbelsäule dazu neigt, eine verhältnismäßig große Zahl Krümmungen zu bilden, je mit kleinem Strahl, während dagegen die festere Wirbelsäule — älterer und gesünderer Kinder — eher zur Bildung einer einzigen Krümmung mit großem Strahl geneigt erscheint. Es liegt demnach die Annahme auf der

Hand, daß im allgemeinen die dreifache Atmungsskoliose ein Produkt früherer Entstehung ist als die linkskonvexe Totalskoliose; daß also bei älteren Individuen die Asymmetrie des Zwerchfells der Mitte der Wirbelsäule — bei symmetrischer Belastung — nur die Richtung angibt, in der sie in ihrem Ganzen abbiegt. Ob überdies noch andere Momente einen Anteil haben, wollen wir unentschieden lassen. Sicher aber ist es, daß die linkskonvexe Totalskoliose mit der Scoliosis respiratoria duplex und triplex eng verknüpft ist. Das beweist in erster Linie die Tatsache, daß v. Lesser bei einer gleichen Schädigung — der Durchschneidung eines N. phrenicus — manchmal eine doppelte Atmungsskoliose, manchmal auch eine Totalskoliose entstehen sah. Das beweisen weiterhin die zahlreichen Uebergangsformen, welche die Klinik zeitigt. Einem jeden, der eine Anzahl linkseitiger „Totalskoliosen" daraufhin betrachtet, wird unschwer unter denselben Formen entdecken, in denen zwar die Reihe der Processus spinosi in ihrem Ganzen eine linkskonvexe Krümmung bilden, bei denen aber rechts vom 9. und 8. Brustwirbel der Rücken mehr Wölbung zeigt als links, d. h. die unzweideutige Torsion der mittleren Krümmung (b) beobachten. Oder aber er wird Fälle sehen, welche zwar eine totale linkskonvexe Torsion aufweisen, aber eine rechtskonvexe Krümmung in der Reihe der Processus spinosi der mittleren Brustwirbel zeigen. Und möge man auch dazu neigen, diese letzteren mit Hyrtl oder Eulenburg eher einer überwiegenden Wirkung der rechtseitigen Armmuskeln zuzuschreiben, welche ausschließlich die Processus spinosi der mittleren Dorsalwirbel verbiegen sollte, so läßt sich die erstere nicht anders deuten als eine Uebergangsform zwischen der Scoliosis physiologica triplex und der Scoliosis totalis sinistra, welcher den Beweis liefert für den Zusammenhang der beiden Formen.

Zusammenfassend werden wir zu der Annahme gedrängt, daß das Ueberwiegen der linkseitigen Zwerchfellkraft zu einer Schlängelung der Wirbelsäule in einer, zwei oder drei Buchten (Scoliosis respiratoria simplex, duplex und triplex) führen kann; aber daß auch dieselbe Kräftedifferenz über die Richtung entscheiden kann, in der eine Wirbelsäule, welche symmetrisch belastet wird, in ihrem Ganzen — d. h. in einer (linkskonvexen) Totalskoliose — abbiegen kann. Und wahrscheinlich liegt es weniger an der Größe der Zwerchfellasymmetrie, als vielmehr an dem Grade der Festigkeit der Wirbelsäule, ob erstere oder letztere erfolgen wird, in dem Sinne, daß mit einer

Zunahme der Festigkeit der Wirbelsäule eine Abnahme der Gefahr für drei Krümmungen einhergeht, ohne daß sich die Gefahr einer linkseitigen Totalskoliose in gleichem Maße verringert.

V. Die übrigen Erscheinungen der physiologischen Skoliose im Zusammenhang mit der Asymmetrie des Zwerchfells.

Der hohle Rücken, durch welchen die physiologische Skoliose sich oft kennzeichnet[1]), findet möglicherweise seine Ursache in der Tatsache, daß die inneren Zwerchfellschenkel außer der nach links gerichteten auch eine nach vorn gerichtete Komponente haben. Der hohle Rücken ist nicht konstant. Inwieweit die Ursache dieser Verschiedenheiten anderen Einflüssen, welche auf die normalen sagittalen Krümmungen einwirken (z. B. frühzeitiges Sitzen), beigelegt werden muß, oder aber Schwankungen in der Größe der sagittal gerichteten Komponente der Cruralbündel, wird durch nähere Untersuchungen zu ermitteln sein.

Weshalb die mittlere Krümmung sich in der Regel am meisten vergrößert?[2]) — Nimmt die seitliche Krümmung der Dorsalwirbelsäule zu, so bilden die Längsspannungen der rechten Lunge in stets geringerem Maße die Antagonisten derjenigen der linken Lunge: Erstere beteiligen sich mehr und mehr an der Verschlimmerung der Seitwärtsbiegung des Dorsalteils. Und sodann wirkt allmählich die Summe der beiden Lungenspannungen auf die seitlich abgebogene Wirbelsäule wie normaliter auf die sagittal gerichteten Krümmungen: Sie biegen dieselben nach rückwärts, drehen sie wie den Griff eines Bohrers. Indem die mittlere Krümmung — gleichwie die beiden anderen — durch die Differenz der beiden Zwerchfellhälften an Kraft eingeleitet wird, kann sie — wie keine der beiden anderen — durch die Summe der Kräfte der beiden Zwerchfellhälften vergrößert werden. Die mittlere Krümmung, welche gleichsam erst an zweiter Stelle eingeleitet wird, tritt demnach — nämlich bei weicher Wirbelsäule — mehr und mehr in den Vordergrund des Krankheitsbildes. Und hierdurch wird es verständlich, daß die doppelte und die dreifache Atmungsskoliose nach der mittleren Krümmung benannt, d. h. mit dem Namen komplizierte „Dorsal“-skoliose bezeichnet worden ist. (Vgl. S. 43, 44 u. S. 75.)

[1]) Joachimsthals Handbuch, 1. Bd., 2. Abt., S. 863 ff. Schultheß, Die komplizierte Dorsalskoliose.

[2]) Ders., S. 867.

Daß auch jede andere dorsale Skoliose — durch welche Kräfte sie auch hervorgerufen sein mag — in gleicher Weise der Verschlimmerung durch die gesamten Längsspannungen der beiden Lungen angesetzt ist, bedarf kaum der Erwähnung. So wird es verständlich, daß der Mensch seinen Buckel nicht in den Lenden, sondern auf dem Rücken zu tragen pflegt. Und diese Erwägungen werden bei der Behandlung der mehrfachen Skoliosen die Aufmerksamkeit des Arztes in erster Linie auf die dorsale Krümmung lenken.

Daß bei dem Manne der obere Teil der Wirbelsäule öfter abbiegt als bei der Frau[1]), mag darin seinen Grund haben, daß die stärkere Zwerchfellsenkung des männlichen Atemtypus stärkere Spannungen nach den oberen Brustwirbeln hin übermittelt als die mehr kostale Atmung bei der Frau.

Daß eine schwere Rachitis die Gefahr der Entstehung der physiologischen Skoliose verringert, mag aus dem folgenden hervorgehen:

Die rachitischen Rippen werden leicht und stark einwärts gezogen durch die sich kontrahierenden Zwerchfellmuskeln. Indem sie normaliter das Punctum fixum derselben bilden, während das Centrum tendineum das Punctum mobile abgibt, kehren sich nunmehr die Verhältnisse um, werden die Rippen die Puncta „mobilia", indem die Kuppel des Zwerchfells sich wenig bzw. gar nicht senkt. Je weicher die Rippen, desto kleiner also die Kraft, mit der das Zwerchfell an der Wirbelsäule und an den Lungen zu ziehen und die physiologische Skoliose zu veranlassen vermag. Und dies stimmt mit der Erfahrung überein, daß Kinder mit schwerer Rachitis verhältnismäßig selten eine physiologische Skoliose aufweisen, während sie hingegen öfter von anderen Skoliosenformen — akzidentellen Skoliosen — befallen werden. Daß dagegen leichtere Grade der Rachitis, solange die Puncta mobilia und fixa des Zwerchfells sich nicht verwechselt haben, fördernd auf die Entstehung der physiologischen Skoliosen wirken, wird verständlich, wenn man bedenkt, daß der direkte sowie der indirekte Einfluß der Zwerchfellasymmetrie auf die Wirbelsäule dabei auf einen geringen Widerstand stößt.

Daß die (niedriger gelagerte) Lumbalwirbelsäule zur Abbiegung nach rechts neigt, wenn der Zug der Cruralbündel den ersten Lumbalwirbel nach links verlagert hat und somit auf die linke Seite ihrer Unterlage am stärksten drückt, bedarf wohl

[1]) Vgl. Schultheß, l. c., S. 811.

kaum der Aufklärung. Ueberdies mag die für gewöhnlich überwiegende Länge des linken inneren Schenkels daran mit beteiligt sein. So wird die leichte Vorliebe der unteren Lumbalwirbel zur Abbiegung nach der rechten Seite hin [1]) verständlich.

Es werden also durch die Wirkung des asymmetrischen Zwerchfells auf die Wirbelsäule nicht nur die Stelle und die Richtung der Abbiegung der physiologischen Krümmungen, die vier Kombinationen, in denen dieselben sich klinisch zeigen, die hohe Frequenz der „Neben"-krümmungen, kurz die drei Kardinalsymptome der physiologischen Skoliose erklärt, sondern auch das Nichtvorkommen dreier anderer Formen, und eine Reihe von Eigentümlichkeiten in den Größen- und Formverhältnissen, sowie in dem klinischen Verlauf der physiologischen Skoliosen, deren Ursachen bisher in volles Dunkel gehüllt waren.

VI. Ontogenese der physiologischen Skoliose (und Prophylaxe).

Wie wir aus den Untersuchungen von Scholder, Weith und Combe ersahen, finden drei der vier Formen der physiologischen Skoliose (die einfache, doppelte und dreifache Form) schon vor der Schulzeit ihre Entstehung und werden dieselben späterhin eventuell nur noch verschlimmert, indem hingegen die vierte, die linkstotale Form, gerade in den Schuljahren — und etwa auch in den späteren Jahren? — zur Ausbildung gelangt. Es ist somit die Entstehung der physiologischen Skoliosen an das kindliche Alter gebunden, während die derbe Wirbelsäule der Erwachsenen — unter normalen Bedingungen — gegen die asymmetrische Wirkung des Zwerchfells viel mehr geschützt erscheint.

Es erhebt sich aber die Frage: Warum bleiben etwa 7 Proz. der Kinder von jedweder — also auch von der physiologischen — Skoliose verschont, indem ja doch die anatomische Untersuchung nicht ein einziges Zwerchfell aufgewiesen hat, bei dem die Asymmetrie der Schenkelbündel fehlte?

Es läßt sich zurzeit noch nicht feststellen, ob es Asymmetrieen des Zwerchfells gibt, welche auch ohne die Einwirkung von Schädlichkeiten, wie das frühzeitige Sitzen der Kinder oder die Rachitis, unbedingt zur physiologischen Skoliose führen. Umso leichter aber läßt es sich bestimmen, daß mit Hilfe derselben die physiologische

[1]) Vgl. Schultheß, l. c., S. 809.

Skoliose leicht und ausgiebig zustande kommen kann. Das Kind der Figuren 31 und 32 zeigt, wie bei — nicht zu schwerer — Rachitis die Sitzhaltung ihren Stempel in der sagittalen, sowie der frontalen Ebene auf die kindliche Wirbelsäule drückt, wie zugleich mit der lumbodorsalen, arcuären Kyphose die drei physiologischen Krümmungen hervorgebracht werden können. Und dies ist leicht erklärlich: die Schwerkraft accentuiert und fixiert in der sitzenden — d. h. annähernd vertikal gestellten, belasteten — Wirbelsäule jede irgendwie eingeleitete Abbiegung, indem dagegen die horizontal gelagerte, unbelastete Wirbelsäule vielmehr in ihre normale, gerade Form zurückzufedern vermag, sobald der asymmetrische Zwerchfellzug — also während der Ausatmung — nachläßt. Während sich also nicht genau ermitteln läßt, wie stark die Zwerchfellasymmetrie, d. h. wie groß die absolute Gefahr der physiologischen Krümmungen im gegebenen Falle ist, so bleibt es dennoch sicher, daß diese Gefahr in der übergroßen Mehrzahl der Fälle besteht und daß beide Momente, die — nicht zu schwere — Rachitis und die Sitzhaltung, dieselbe vergrößern. Deshalb soll das frühzeitige Sitzen der Kinder vermieden werden, zumal wenn überdies Zeichen von Rachitis vorliegen. Und gerade im letzten Fall ist der Kampf gegen das Sitzen ein schwerer (zugleich aber auch ein exquisit lohnender); das geistig entwickelte Kind, das im Gehen Verzögerung aufweist, will sich an dem häuslichen Leben beteiligen, richtet sich auf, . . . soll aber durch eine liebende Hand auf die Matratze gebunden oder zeitweise auf den Bauch gelegt werden. Aber auch ohne daß die Zeichen der Rachitis vorliegen, soll die Schwerkraft erst in der Längsrichtung der Wirbelsäule der uns anvertrauten Zöglinge zugelassen werden, nachdem sie selbst die Kraft dazu entwickelt haben. Auch zur Angewöhnung der Reinlichkeit soll hierbei keine Ausnahme — in dem beliebten Kinderstuhl — gemacht werden. Es fehlt der Mutter, welche ihr Kind sitzen läßt, ehe es selbst durch eigene Uebung erlernt hat, die Wirbelsäule aufrecht zu erhalten, die Sicherheit, daß nicht die Schwerkraft sich zu den asymmetrischen Atemkräften gesellt, um eine Mißbildung einzuleiten, welche ihr in späteren Jahren eine Quelle von Sorgen eröffnen wird. Ob eine kleine Abbiegung, im ersten, zweiten Lebensjahr entstanden, sich auf eine unbedeutende Asymmetrie beschränken oder aber unter andauernder und progredienter Weichheit der Knochen, Schlaffheit der Muskeln oder anderweitigen Einflüssen zu einer Mißbildung vergrößern wird, welche zur Zerstörung

des Lebensglückes und zur Verkürzung der Lebensdauer führt, läßt sich nicht von vornherein bestimmen. Deshalb soll das Kind, welches die ersten Lebensmonate in der Rückenlage zugebracht hat, danach in der Bauchlage die Muskeln des Rückens üben, indem es lernt, letztere aktiv zu strecken und den verhältnismäßig schweren Kopf zu heben. Das Kind soll die Extremitäten für Kriechbewegungen vorbereiten und allmählich lernen, sich mit den Armen emporzuheben und mit eigener Kraft den Rumpf vertikal zu stellen. Bis zu dieser Zeit soll das Sitzen vermieden werden. Der Parallelismus zwischen der Phylogenese und der Ontogenese soll auch in bezug auf die spezifisch menschlichen Haltungen ins Auge gefaßt werden. Die phylogenetische Entwicklung des menschlichen Ganges soll sich ontogenetisch wiederholen; und das Studium der physiologischen Skoliose zeigt uns die Strafe, welche auf die Uebertretung dieses Naturgesetzes schleichend und verräterisch folgen kann. Erst wenn die Mütter gelernt haben, daß die Kinder über den Bauch auf die Beine kommen müssen — nicht über die Gesäßbacken —, wenn der Kinderstuhl durch den baby-box — am zweckmäßigsten auf einer Erhabenheit, etwas über dem Fußboden — ersetzt sein wird, erst dann wird die physiologische Skoliose auf ein Minimum beschränkt werden, welche sonst, gerade wegen der lebenslangen Persistenz der Ursache, zu den hartnäckigsten Krankheitsbildern gehören kann, gegen welche die Orthopädie zu kämpfen hat, zu den schwersten Verunstaltungen, von welchen der menschliche Körper befallen werden kann.

VII. Phylogenese der physiologischen Skoliose.

(Die linkseitige Lage des Herzens mit der Rechtshändigkeit und der physiologischen Skoliose die Folge des aufrechten menschlichen Ganges.)

Wenn wir in den vorhergehenden Kapiteln die verschiedenen Formen und Erscheinungen der physiologischen Skoliose auf eine einzige Ursache, nämlich den asymmetrischen Bau des Zwerchfells zurückgeführt haben, so wollen wir nunmehr versuchen, an die Frage nach der Ursache dieser letzteren Erscheinung näher heranzutreten.

Die linkseitige Lage des Herzens macht den Inhalt der linken Thoraxhälfte weniger dehnbar als denjenigen der rechten. In dem

Uebergewicht an Kraft der linken Zwerchfellhälfte haben wir somit eine zweckmäßige Anordnung zu erblicken.

Bekanntlich liegt bei den Vierfüßlern das Herz in geringerer Entfernung von — und mehr parallel zu — der Medianebene als beim Menschen und ruht dasselbe mit der breiten Vorderebene auf dem Sternum. Bei den Vierfüßlern ist demnach der Inhalt der beiden Thoraxhälften weniger asymmetrisch als beim Menschen und erfordert wohl einen entsprechend geringeren Unterschied an Kraft der beiden Zwerchfellhälften. Ob damit die Asymmetrie des Zwerchfells gleichen Schritt hält, könnte eine vergleichend anatomische Untersuchung ermitteln, welche aber — soviel uns bekannt — bis jetzt noch nicht angestellt worden ist. Daß indessen der größere Widerstand, welchen der linke Thoraxinhalt der Dehnung leistet, unabhängig wäre von der größeren Kraft, welche zu dessen Erweiterung nötig ist, ist unwahrscheinlich. Es darf sogar als wahrscheinlich erachtet werden, daß der nach links gerichtete Verlauf der inneren Zwerchfellschenkel die Folge der geringeren Dehnbarkeit des linken Thoraxinhaltes im Anschluß an die linkseitige Lage des Herzens ist.

Ueber die Ursache der linkseitigen Lage des Herzens beim Menschen haben wir etwas mehr Sicherheit [1]); es ist bekannt, daß beim Aufsteigen längs der phylogenetischen Tierreihe von unten her bis zu den Tieren, bei denen die horizontale Rumpfhaltung allmählich durch die vertikale ersetzt wird, das Herz seine ursprüngliche Stützebene verläßt. Sobald die Schwerlinie dieses Organs die vordere Brustwand nicht mehr schneidet, ändern sich seine statischen Verhältnisse und es wird von den Weichteilen getragen: Es sinkt herunter — namentlich bei den größeren Affen (den Menschenaffen: Orang-Utan, Gorilla und Schimpanse) — und erobert sich eine neue Stützebene auf dem Zwerchfell. Das Pericardium bildet mit letzterem eine Verbindung, welche man, gleichfalls aufsteigend, allmählich größer findet; so ruht z. B. bei den Menschenaffen nur noch die Spitze des Herzens auf dem Zwerchfell, während es beim Menschen, wenn das obere Ende noch mehr nach abwärts verlagert ist, gleichsam von der stehenden Haltung in die liegende geraten und mit der Spitze nach der linken Seite hin verschoben erscheint. — Die linkseitige Lage des Herzens ist somit sehr wahr-

[1]) Siehe Bolk, Geneeskundige bladen 1901, X. De oorzaak en beteekenis der rechtshandigheid.

scheinlich — wenn nicht sicher — die Folge des aufrechten menschlichen Ganges; und wenn die Asymmetrie der inneren Zwerchfellschenkel in der Tat wieder die Folge hiervon ist, so ist auch die physiologische Skoliose die Folge des bipeden Ganges.

Bekanntlich macht mit dieser Lageänderung des Herzens auch die zuvor symmetrische Lage des Aortenbogens in der Medianebene einer asymmetrischen Platz. Die Gefäße für den Kopf und die oberen Extremitäten, welche darin zuvor einen symmetrischen Ursprung fanden, werden nunmehr asymmetrisch, und zwar in der Weise, daß die linke Arteria carotis beim Menschen direkt aus dem Arcus aortae ihren Ursprung nimmt, während die rechte Carotis (mit der Subclavia dextra) einen indirekten Zusammenhang mit der Aorta hat. Die linke Carotis, welche somit ihr Blut unter höherem Drucke erhält als die rechte, bekommt dabei ein weiteres Lumen als die rechte und sendet nach den von William Ogle angestellten und von Bolk wiederholten Untersuchungen mehr Blut nach der linken Hirnhemisphäre. Dieser Unterschied in der Weite der beiden Carotiden war schon in den Jahren 1868—1874 von Armand de Fleury mit der Rechtshändigkeit in Verbindung gebracht worden; es ist aber das Verdienst Bolks, die Ursache dieser spezifischen Eigenschaft des Genus homo in seinem bipeden Gang gesucht zu haben.

Es zeigt sich demnach mit großer Wahrscheinlichkeit, daß die strenge Arbeitsteilung zwischen den vorderen und den hinteren Extremitäten, bei der den letzteren die ausschließliche Aufgabe der Lokomotion erteilt und den ersteren höhere Funktionen vorbehalten wurden, zu Asymmetrien in dem Baue und der Funktion des menschlichen Körpers geführt hat. — Die höhere Differenzierung der vorderen Extremitäten hat den — gleichsam ungewollten — Effekt anatomischer und funktioneller Asymmetrie zur Folge gehabt. Hat man seit fast zwei Jahrhunderten nach Beziehungen zwischen der Rechtshändigkeit und der physiologischen Skoliose gesucht, so sehen wir jetzt, daß ein wirklicher Zusammenhang besteht. Die erstere ist aber nicht die Ursache der letzteren; beide sind die Folgen einer gemeinschaftlichen Ursache, des bipeden menschlichen Ganges. Und hat man — gleichfalls seit etwa zwei Jahrhunderten — einen Zusammenhang gesucht zwischen der linkseitigen Lage des Herzens und der physiologischen Skoliose, auch hier hat man nicht weit fehlgegriffen: Die linkseitige Lage des Herzens bildet gleichsam das Bindeglied zwischen dem aufrechten menschlichen Gange und der

physiologischen Skoliose. Nur ist dieser Zusammenhang nicht — wie man sich vorgestellt hat — ein direkt mechanischer; es verläuft derselbe auf einem Umwege, nämlich der Entwickelung einer Asymmetrie im Baue des Zwerchfells.

Es eröffnete sich also für den Menschen in der phylogenetischen Entwickelung seines aufrechten Ganges eine Quelle von Gefahren für seine äußere Gestalt, welche sich in seiner ontogenetischen Entwickelung für das Einzelindividuum wiederholen. An den Vorteil der höheren Organisation der hinteren Gliedmaßen und der Differenzierung der vorderen knüpfte sich ein Nachteil, der das Leben von Unzähligen erschwert und verödet hat. Glücklicherweise aber kann — wie aus der vorliegenden Abhandlung hervorgehen mag — die menschliche Vernunft diesem Nachteil enge Schranken setzen.
